В. А. ДАНИЛОЧКИН

НАЛАЖИВАНИЕ ЛЮБИТЕЛЬСКИХ МАГНИТОФОНОВ



· ЭНЕРГИЯ ·

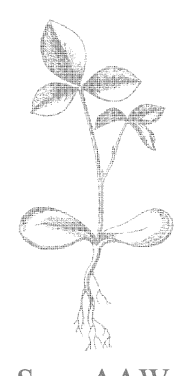
МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 761

В. А. ДАНИЛОЧКИН

НАЛАЖИВАНИЕ ЛЮБИТЕЛЬСКИХ МАГНИТОФОНОВ





«ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1971

6Ф2.7
Д 18
УДК 681.846.7

Данилочкин В. А.

Д 18 Налаживание любительских магнитофонов, М., «Энергия», 1971.

48 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека, вып. 761).

Описывается методика налаживания лентопротяжных механизмов и электрических схем любительских магнитофонов, выполненных как на электронных лампах, так и на транзисторах. Брошюра рассчитана на радиолюбителей, знакомых с работой схем на электронных лампах и транзисторах и впервые приступающих к настройке и налаживанию любительских магнитофонов.

3-4-5
334-70

6Ф2.7

Данилочкин Всеволод Абрамович

Налаживание любительских магнитофонов

Редактор *Д. А. Кругликов*
Обложка художника *Н. Т. Ярешко*
Технический редактор *М. П. Осипова*
Корректор *Г. Г. Желтова*

Сдано в набор 22/XII 1969 г. Подписано к печати 15/I 1971 г. Т-03011
Формат 84×108¹/₃₂ Бумага типографская № 1
Усл. печ. л. 2,52 Уч.-изд. л. 3,45
Тираж 70 000 экз. Цена 16 коп. Зак. 2583

Издательство „Энергия". Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР.
Шлюзовая наб., 10.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Одной из самых распространенных областей радиолюбительства является конструирование любительских магнитофонов. В настоящее время в технической литературе опубликовано большое количество разнообразных конструкций любительских магнитофонов и пособий по конструированию, но, к сожалению, отсутствуют материалы, в которых были бы собраны советы по налаживанию блоков, узлов и всего магнитофона в целом.

Цель предлагаемой книги — хотя бы частично восполнить этот пробел. В ней рассматриваются вопросы, связаные с регулировкой, налаживанием и проверкой лентопротяжного механизма и электрических схем транзисторных и ламповых магнитофонов. Большое внимание уделено рекомендациям, позволяющим устранить часто встречающиеся в процессе налаживания трудности, связанные с возникновением самовозбуждения, фона, детонации. При изложении материала предполагается, что читатель знаком с работой схем на электронных лампах и транзисторах, а также с основными принципами магнитной записи.

В. Данилочкин

НАЛАЖИВАНИЕ ЛЕНТОПРОТЯЖНОГО МЕХАНИЗМА

Основные показатели магнитофона в значительной степени определяются качеством работы лентопротяжного механизма. Лентопротяжный механизм должен обеспечивать равномерное движение магнитной ленты относительно магнитных головок с заданной скоростью в режимах записи и воспроизведения и ускоренное при перемотке. При этом сила натяжения магнитной ленты не должна превышать допустимую во всех режимах работы во избежание вытягивания или обрыва последней. В режиме записи и воспроизведения натяжение магнитной ленты должно оставаться приблизительно постоянным независимо от количества магнитной ленты на подающей и приемной катушках. Также должна быть обеспечена стабильность перемещения магнитной ленты относительно рабочих зазоров головок.

Выполнение указанных требований зависит не только от степени совершенства конструкции лентопротяжного механизма, но и от качества примененных в ней деталей, узлов и тщательности налаживания.

Налаживание лентопротяжного механизма целесообразно начинать с проверки работоспособности и регулировки отдельных узлов до их окончательной установки на основную плату.

В радиолюбительских конструкциях лентопротяжных механизмов применяются один, два или три электродвигателя. В конструкциях магнитофонов, предназначенных для питания от сети переменного тока, используются синхронные или асинхронные электродвигатели, а в лентопротяжных механизмах портативных магнитофонов — коллекторные электродвигатели постоянного тока. Электродвигатель, специально предназначенный для работы в магнитофоне проверяют путем включения по рекомендуемой схеме в сеть с номинальным напряжением. При этом определяют его нагрев и уровень акустического шума.

Температура поверхности электродвигателя переменного тока после часа работы при номинальном напряжении не должна превышать 80°. Перегрев электродвигателя вызывается межвитковым замыканием в обмотках статора либо нарушением режима его работы. Нарушение режима может быть связано с подачей напряжения, превышающего номинальное, или неправильным выбором параметров конденсатора и резистора, включенных в цепь вспомогательной обмотки.

Электродвигатели, предназначенные для работы в магнитофоне, должны обладать низким уровнем акустических шумов, поскольку шум электродвигателя сужает динамический диапазон магнитофона. Нормальным может считаться шум электродвигателя, слышимый на расстоянии не более 30—50 *см*.

Причиной повышенного шума, проявляющегося в виде гудения, может явиться неплотная сборка статора электродвигателя. Однако

чаще всего шум возникает при плохом качестве или недостаточной смазке подшипников. Поскольку в лентопротяжных механизмах вал электродвигателя почти всегда испытывает боковую нагрузку, необходимо проверить, не происходит ли при ней повышения уровня шума. Если это имеет место, то подшипники необходимо заменить.

Иногда в качестве электродвигателей лентопротяжного механизма радиолюбители применяют электродвигатели, специально не предназначенные для работы в магнитофоне, например трехфазные электродвигатели, сельсины, исполнительные электродвигатели систем автоматики и др. Уровень акустического шума таких электродвигателей обычно весьма значителен, поскольку в них при-

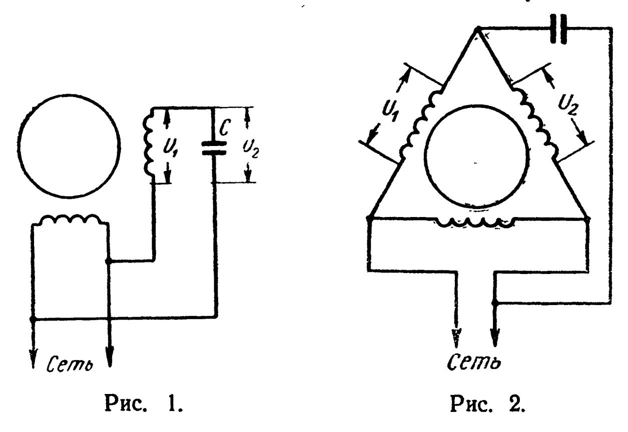


Рис. 1. Рис. 2.

меняются подшипники качения. Эти подшипники часто являются причиной неравномерности скорости вращения ротора электродвигателя, поэтому целесообразно заменить их подшипниками скольжения. Иногда радиолюбители применяют мощные малогабаритные электродвигатели специального назначения, которые рассчитаны на кратковременную работу и при установке в магнитофоне перегреваются. Контролируя степень нагрева корпуса электродвигателя, определяют целесообразность его применения в лентопротяжном механизме.

В ряде случаев неизвестна емкость конденсатора, включаемого последовательно с вспомогательной обмоткой электродвигателя. Правильно подобрать емкость такого конденсатора можно опытным путем. Для этого основную обмотку двигателя включают в сеть с номинальным напряжением непосредственно, а вспомогательную обмотку — через конденсатор емкостью 1—10 *мкф,* как показано на рис. 1, и измеряют напряжения на вспомогательной обмотке (U_1) и конденсаторе (U_2). Если напряжение на конденсаторе больше напряжения на вспомогательной обмотке, то емкость конденсатора увеличивают, в противном случае емкость конденсатора уменьшают, добиваясь равенства этих напряжений. Предельное рабочее напряжение конденсатора должно в 1,6—1,8 раза превышать измеренное.

Подбор емкости конденсатора в цепи третьей фазы трехфазного электродвигателя производят аналогично. При правильном подборе емкости конденсатора напряжения на обмотках, соединенных

с третьей фазой (U_1 и U_2 на рис. 2), должны быть равными между собой.

Для изменения направления вращения электродвигателя необходимо поменять выводы одной из обмоток двигателя (основной или вспомогательной). В трехфазном электродвигателе для этого надо подсоединить конденсатор к другому проводу сети.

Электродвигатели, специально не предназначенные для работы в лентопротяжных механизмах магнитофонов, могут создавать значительные поля рассеяния, которые вызывают наводку (фон) переменного тока на воспроизводящую магнитную головку, причем часто оказывается достаточным немного изменить положение электродвигателя, чтобы резко ослабить фон. Поэтому до окончательного крепления электродвигателя устанавливают воспроизводящую магнитную головку, подключают ее к усилителю воспроизведения и, поворачивая корпус работающего электродвигателя, контролируют уровень фона на выходе усилителя воспроизведения. При этом магнитная головка должна быть установлена в экране. Электродвигатель укрепляют на плате лентопротяжного механизма в положении, соответствующем минимуму фона.

Для проверки коллекторных электродвигателей постоянного тока в цепь питания включают миллиамперметр на 100—200 *ма*. Ток, потребляемый такими электродвигателями в режиме холостого хода, является важнейшим показателем их качества. Ток в режиме холостого хода не должен превышать 15—30 *ма* для электродвигателей типа ДКС-8, 2ДКС-7, ДКС-0,5, 4ДКС8 и 30—50 *ма* для электродвигателей типа ДПМ-20, ДПМ-25 и ДП-1.

Более высокий ток холостого хода может быть вызван засорением подшипников, загрязнением пластин коллектора, низким качеством рабочей поверхности щеток или чрезмерной упругостью щеточных пружин.

При проверке коллекторных электродвигателей не рекомендуется их затормаживать до полной остановки, поскольку при этом резко возрастает ток, проходящий через щетки и коллекторные пластины двигателя, что вызывает обгорание последних.

Коллекторные электродвигатели для снижения акустического шума и помех от искрообразования часто помещают в специальный экран, изготовленный из пермаллоя. Через экран замыкается часть магнитного потока статора электродвигателя, вследствие чего уменьшается к. п. д. электродвигателя и увеличивается ток холостого хода. Наличие экрана не должно приводить к увеличению тока холостого хода двигателя более чем на 10—15%.

После проверки электродвигателя производят смазку его подшипников и укрепляют на основной панели лентопротяжного механизма.

В настоящее время в конструкциях лентопротяжных механизмов широко применяют электромагниты, предназначенные для включения тормозных устройств и прижимного ролика, а также готовые электромагниты от магнитофонов промышленного изготовления.

Усилие, развиваемое электромагнитом, зависит от тока, протекающего через его обмотку. Увеличение тока возможно только до определенного предела, при котором нагрев обмотки и корпуса электромагнита не превысит допустимого. Поэтому усилие, развиваемое электромагнитом, ограничено.

При одном и том же токе через обмотку тяговое усилие минимально в начале рабочего хода якоря и максимально в конце

(в притянутом состоянии). Это различие тяговых усилий тем сильнее, чем больше ход якоря. Поэтому при налаживании лентопротяжного механизма следует стремиться к обеспечению наименьшего хода якоря.

В тех случаях, когда необходима большая величина хода якоря (5—10 *мм*) и большое начальное усилие, применяют специальные схемы включения электромагнитов.

Одна из таких схем для электромагнитов постоянного тока приведена на рис. 3. Когда электромагнит выключен (контакты *1* и

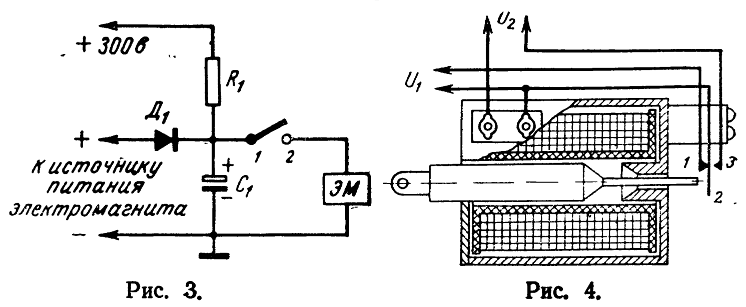


Рис. 3. Рис. 4.

2 разомкнуты), конденсатор C_1 заряжается через резистор R_1 до напряжения источника питания анодных цепей усилителей. Полупроводниковый диод $Д_1$ препятствует разряду этого конденсатора через источник питания электромагнита. При замыкании контактов *1* и *2* через обмотку электромагнита проходит ток разряда конденсатора C_1 и якорь притягивается. Напряжение источника питания электромагнита выбирают таким, чтобы якорь электромагнита удерживался в притянутом состоянии при номинальной нагрузке.

В схеме, приведенной на рис. 4, можно использовать электромагнит как постоянного, так и переменного тока. В момент включения на электромагнит через контакты *1* и *2* подается повышенное напряжение U_1. Притягиваясь, якорь электромагнита замыкает контакты *2* и *3*, через которые поступает напряжение U_2, достаточное для удержания якоря в притянутом состоянии.

Иногда возникает необходимость перемотать электромагнит на другое питающее напряжение. Диаметр провода при этом может быть вычислен по следующей формуле:

$$d = 0{,}0042 \sqrt{\frac{b\ (D_1^2 - D_2^2)\, k\, \Delta}{U}},$$

где d — диаметр провода, *мм*;
b — длина обмотки, *мм*;
D_1 — наибольший диаметр обмотки, *мм*;
D_2 — наименьший диаметр обмотки, *мм*;
k — коэффициент заполнения обмотки медью;
Δ — плотность тока, *а/мм²*;
U — напряжение питания.

Коэффициент заполнения обмотки медью равен 0,7—0,8 при рядовой намотке и 0,5—0,6 при намотке внавал. Плотность тока через обмотку при наличии хорошего теплового контакта между кор-

пусом электромагнита и панелью лентопротяжного механизма не должна превышать 3 *а/мм*². Если электромагнит включают по схеме, приведенной на рис. 4, то его обмотку рассчитывают на питание от источника с напряжением U_2.

При работе электромагнита иногда возникает залипание якоря в исходном или притянутом положениях. Для устранения залипания устанавливают тонкие немагнитные (например, медные) прокладки в местах залипания.

В одномоторных лентопротяжных механизмах, применяемых наиболее часто, необходимо передавать вращение от одних узлов к другим. Для этой цели служат ременные или фрикционные системы передач. Основное требование, предъявляемое к ним, — постоянство коэффициента передачи.

Порядок налаживания ременной передачи определяется типом применяемого пассика и сводится в основном к подбору необходимого натяжения пассика. При слишком слабом натяжении возможно проскальзывание пассика, соскакивание его со шкива и значительная вибрация в процессе работы, а при слишком большом увеличивается радиальная нагрузка на оси шкивов и происходит быстрое изнашивание пассика.

Для резинового пассика нормальным натяжением можно считать такое, при котором его относительное удлинение составляет 10—15%. Для невытягивающегося пассика (например, лавсанового) натяжение должно составлять 20—35 *г/мм*².

Если расстояние между ведущим и ведомым шкивами значительно, то может наблюдаться вибрация пассика. Вибрация приводит к нестабильности передачи вращения и может быть причиной появления детонации. Для устранения вибрации обычно устанавливают свободно вращающийся шарикоподшипник около средней части набегающей по отношении к ведомому шкиву ветви пассика. Шарикоподшипник должен быть установлен так, чтобы его внешнее кольцо слегка касалось пассика.

При налаживании ременной передачи проверяют, установлены ли ведущий и ведомый шкивы на одной высоте и параллельность их осей. Если это не выполняется, передача работает неравномерно, пассик деформируется, быстро изнашивается и в некоторых случаях может соскакивать со шкивов. Соскакивание пассика в процессе работы может также объясняться неудачным выбором профиля канавок.

Стабильность работы фрикционной передачи зависит от радиальных биений шкивов и однородности слоя резины на поверхности промежуточного ролика. Поскольку резиновый слой может подвергаться остаточной деформации, необходимо отводить промежуточный ролик от ведущего и ведомого шкивов в нерабочем состоянии и при выключенном лентопротяжном механизме. Особенно большое внимание следует уделять налаживанию системы передачи вращения от электродвигателя к ведущему узлу.

Одним из важнейших узлов лентопротяжного механизма является ведущий узел, точность и тщательность изготовления и налаживания которого в значительной степени определяет качество работы всего магнитофона.

Ведущий узел включает в себя ведущий вал и прижимной ролик. Для того чтобы лента протягивалась равномерно, необходимо обеспечить равномерное вращение ведущего вала, малые радиальные биения вала и прижимного ролика, однородность рабочей

поверхности прижимного ролика и равномерно распределенное по всей площади соприкосновения давление его к ведущему валу.

В любительских условиях довольно сложно непосредственно измерить степень неравномерности вращения ведущего вала и других вращающихся деталей. Поэтому следует стремиться к максимально возможной точности изготовления этих деталей и к снижению влияния факторов, вызывающих повышенную неравномерность вращения.

Одним из таких факторов является плохая балансировка маховика ведущего узла. Изготовленный на токарном станке маховик вследствие неоднородности материала и неточности изготовления всегда несколько разбалансирован. Такой маховик при вращении вызывает вибрацию всего механизма, повышенную и неравномерную нагрузку на подшипники, а также неравномерность угловой скорости вращения.

Балансировку маховика производят после сборки всего ведущего узла. Ведущий узел крепят на основной плате и располагают ее так, чтобы вал ведущего узла занял горизонтальное положение. Маховик раскручивают рукой и после его остановки карандашом отмечают положение маховика. Эту операцию производят несколько раз, причем каждый раз направление раскручивания меняют. Если сделанные карандашом отметки распределяются равномерно по всей окружности маховика, то ведущий узел достаточно хорошо сбалансирован. Если же пометки концентрируются в какой-либо одной части маховика, то это указывает, что его центр тяжести смещен по отношению к оси в сторону этих отметок. Для балансировки высверливают небольшие лунки в этой части маховика, причем сверление лучше всего производить в месте, наиболее удаленном от оси. Последовательно производя проверку балансировки и сверление, добиваются достаточно хорошей балансировки всего узла.

На точность балансировки оказывает влияние трение в подшипниках ведущего вала. Чем меньше трение в подшипниках, тем более точно можно сбалансировать ведущий узел.

При налаживании ведущего узла важно отрегулировать положение прижимного ролика и усилие его прижима к ведущему валу. В настоящее время широкое распространение получили самоустанавливающиеся прижимные ролики, ось которых мягко закреплена на рычаге. Такие ролики при тщательном изготовлении сами занимают необходимое положение по отношению к ведущему валу. Если в конструкции лентопротяжного механизма применяют обычный прижимной ролик, то его положение необходимо отрегулировать.

Регулировка заключается в достижении строгой параллельности осей ведущего вала и прижимного ролика. Для этого в лентопротяжный механизм заправляют магнитную ленту. В трехмоторном лентопротяжном механизме отключают подающий двигатель, а в одномоторном — растормаживают подающий узел и включают лентопротяжный механизм в режим рабочего хода. При этом необходимо обеспечить натяжение ленты на участке ведущий вал — приемная катушка значительно большим, чем на участке магнитные головки — ведущий вал. Если имеет место непараллельность осей или конусность рабочих поверхностей вала и прижимного ролика, лента выталкивается из промежутка ведущий вал — прижимной ролик в направлении, соответствующем наибольшему давлению на ленту. Зная это, можно отрегулировать положение оси прижимного ро-

лика так, чтобы лента при движении не выталкивалась из-под прижимного ролика. Если поверхность прижимного ролика значительно отличается от цилиндрической, регулировкой наклона оси прижимного ролика трудно обеспечить достаточную устойчивость положения ленты при ее движении. В этом случае прижимной ролик следует изготовить заново.

В простейших конструкциях магнитофонов часто применяют жестко установленные прижимные ролики, не имеющие приспособлений для их регулировки. В этом случае требования к точности изготовления деталей ведущего узла значительно повышаются.

Следующим этапом налаживания ведущего узла является подбор необходимого усилия прижима ролика к ведущему валу. Слишком малое усилие прижима приводит к проскальзыванию ленты, а слишком большое вызывает чрезмерную радиальную нагрузку на ведущий вал и повышенный износ магнитной ленты. Необходимое усилие прижима выбирают в зависимости от мощности ведущего электродвигателя и диаметра ведущего вала в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

Усилие прижима ролика к ведущему валу, *кг*, в зависимости от диаметра ведущего вала и мощности электродвигателя

Мощность на валу ведущего электродвигателя, *вт*	Диаметр ведущего вала, *мм*		
	3—5	5—10	10—20
10—15	—	3	5
3—6	1,5	2	3
1—2	1	1,5	2
Меньше 1	0,5	0,8	—

Приведенные данные справедливы для прижимного ролика диаметром 20—30 *мм* и высотой обрезиненной поверхности 15 *мм*. Если высота обрезиненной поверхности больше, то усилие прижима следует пропорционально увеличить.

Изменение усилия прижима ролика производят путем подбора необходимой длины и жесткости натяжной пружины.

Одной из наиболее распространенных причин появления детонации являются радиальные и торцевые биения вращающихся деталей.

Предельное биение той или иной детали лентопротяжного механизма в зависимости от класса сконструированного магнитофона можно определить из табл. 2.

Если биение какой-либо детали превышает указанное, то эту деталь следует заменить другой, изготовленной с большей точностью.

После проверки всех основных узлов лентопротяжного механизма и их установки на основной плате приступают к налаживанию всего лентопротяжного механизма.

Таблица 2

Предельные биения вращающихся деталей магнитофонов, *мм*

Наименование детали		Высококачественные магнитофоны	Переносные магнитофоны	Диктофоны
Ведущий вал диаметром	3—5 *мм*	0,003	0,005	0,015
	5—10 *мм*	0,005	0,01	0,03
	10—20 *мм*	0,01	0,02	0,05
Прижимной ролик диаметром	10—20 *мм*	0,01	0,03	0,1
	20—40 *мм*	0,02	0,05	0,2
Шкив фрикционной передачи диаметром	3—5 *мм*	0,01	0,02	0,05
	5—15 *мм*	0,02	0,04	0,1
	50—80 *мм*	0,1	0,2	0,5
Промежуточный шкив фрикционной передачи		0,1	0,2	0,5
Канавка шкива ременной передачи при диаметре	10—15 *мм*	0,01	0,02	0,05
	50—80 *мм*	0,05	0,1	0,3
Ось бокового узла		0,05	0,1	0,1
Подкатушник диаметром 50 *мм* (торцевое биение)		0,03	0,05	0,1
Вращающийся обводной ролик диаметром 15 *мм*		0,003	0,005	0,02

Прежде всего регулируют натяжение магнитной ленты на различных участках ее движения в режиме рабочего хода.

Если тормозящий момент подающей и вращающий момент приемной катушек постоянны и не зависят от количества ленты на катушках, то натяжение ленты в процессе работы меняется в значительных пределах, что недопустимо для нормальной работы магнитофона. Поэтому в конструкциях магнитофонов применяют различные способы, позволяющие изменять тормозной и вращающий моменты боковых узлов в зависимости от количества ленты на катушках. В трехмоторных лентопротяжных механизмах для этой цели применяют специальные боковые электродвигатели с мягкой механической характеристикой, а в одномоторных чаще всего используют изменение коэффициента трения в боковых узлах в зависимости от давления трущихся поверхностей фрикциона. Эти способы, однако, не могут обеспечить абсолютного постоянства натяжения ленты, поэтому в некоторых высококачественных магнитофонах применяют специальные системы автоматического регулирования натяжения ленты.

Рекомендуемые натяжения на различных участках движения для распространенных типов лент приведены в табл. 3.

Если в процессе движения магнитной ленты ее натяжение на участке головка — ведущий вал изменяется более чем в два раза,

следует принять специальные меры для обеспечения постоянства натяжения ленты.

Натяжение ленты на участке подающая катушка — обводной ролик в трехмоторных лентопротяжных механизмах зависит от напряжения, поданного на электродвигатель подающего узла. В одномоторных лентопротяжных механизмах натяжение на этом участке зависит от трения в фрикционе или тормозном устройстве подающего узла.

Таблица 3

Натяжение ленты на различных участках движения, *г*

Лента	Участки движения ленты		
	Подающая катушка—обводной ролик	Головка — ведущий вал	Ведущий вал—приемная катушка
Тип 6	40—80	80—150	40—80
Тип 9	25—50	50—100	25—50
Тип 10	20—30	30—60	20—30

Натяжение ленты на участке магнитные головки — ведущий вал определяется натяжением ленты на участке подающая катушка — обводной ролик, углами огибания обводных колонок, трением ленты о рабочие поверхности головок и наличием лентоприжимов.

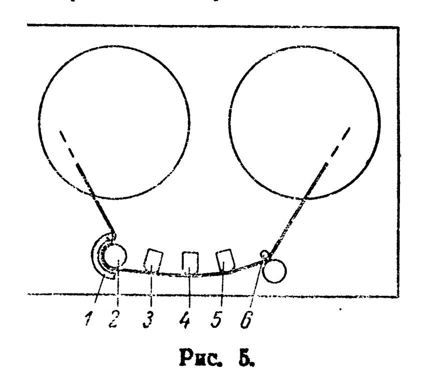


Рис. 5.

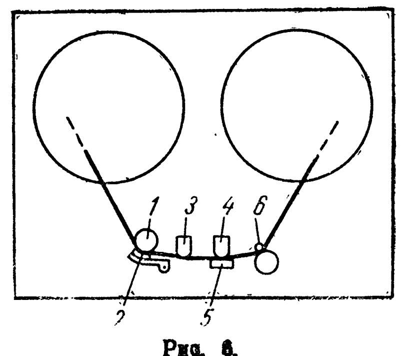


Рис. 6.

Рассмотрим несколько случаев. На рис. 5 показан трехмоторный лентопротяжный механизм, предназначенный для работы при высоких скоростях движения ленты. Лента проходит последовательно мимо подпружиненного поводка *1*, стабилизирующего фильтра *2*, головок *3*—*5*. В таком лентопротяжном механизме при заданном натяжении ленты слева от поводка сила натяжения ленты между воспроизводящей головкой *5* и ведущим узлом *6* не может быть произвольно отрегулирована.

В одномоторном лентопротяжном механизме, показанном на рис. 6, лента огибает направляющий ролик *1* и прижимается к нему

фетровой подушкой *2*. Далее лента проходит мимо головок *3* и *4*, причем универсальная головка *4* снабжена лентоприжимом *5*. Здесь натяжение ленты на участке универсальная головка *4* — ведущий узел *6* зависит от давления фетровой подушки *2* и лентоприжима *5*. Регулировка натяжения ленты осуществляется прижатием подушки *2*. В данной конструкции лентопротяжного механизма можно добиться значительно большего постоянства натяжения ленты у поверхности головок, поскольку изменения натяжения ленты слева от ролика *1* приводят лишь к небольшим изменениям натяжения ленты в промежутке универсальная головка — ведущий вал. Однако применение дополнительных трущихся поверхностей может привести к возникновению упругих продольных колебаний ленты, что при записи и воспроизведении звуковых программ обнаруживается в виде шума и детонации.

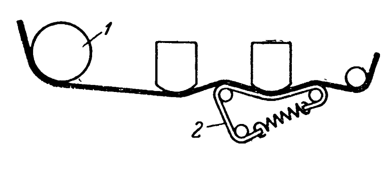


Рис. 7.

В настоящее время широкое распространение получили лентопротяжные механизмы, в которых лента прижимается к универсальной головке с помощью полоски лавсановой или фторопластовой пленки *2* (рис. 7), а магнитная лента, поступающая с подающей катушки, огибает вращающийся обводной ролик *1*, который гасит продольные колебания ленты. Усилие прижима ленты к поверхности универсальной головки зависит в основном от натяжения лавсановой пленки.

В тех случаях, когда в конструкции лентопротяжного механизма предусмотрен лентоприжим, необходимо правильно отрегулировать прижатие ленты к рабочим поверхностям магнитных головок. Окончательную регулировку рекомендуется производить при воспроизведении записи музыкальной программы с большим содержанием высоких частот. Если постепенно увеличивать усилие прижима ленты к головкам, то отдача на высоких частотах сначала повышается до определенного уровня, а затем остается неизменной, но натяжение ленты на участке универсальная головка — ведущий вал при этом продолжает увеличиваться. Усилие прижима выбирают таким, чтобы отдача на высоких частотах была достаточно большой, а натяжение ленты не превышало значения, приведенного в табл. 3. Регулировку производят при минимальном количестве ленты на подающей катушке.

Далее регулируют натяжение ленты на участке ведущий вал — приемная катушка. Следует заметить, что при любом соотношении количества ленты на подающей и приемной катушках натяжение магнитной ленты справа от ведущего узла должно быть меньше натяжения ленты слева. В противном случае при малейшей неточности изготовления или установки прижимного ролика лента будет выталкиваться вверх или вниз из-под прижимного ролика. В то же время натяжение ленты справа от ведущего узла не должно быть слишком малым, так как при этом намотка ленты на подматывающую катушку будет рыхлой.

После регулировки натяжения ленты в режиме рабочего хода проверяют ее натяжение при перемотке и в моменты включения и выключения лентопротяжного механизма. Если в магнитофоне

предполагается применять ленту на лавсановой основе, то эта проверка должна быть проделана особенно тщательно. Дело в том, что лавсановая лента при большой нагрузке вытягивается и при воспроизведении наблюдается изменение тональности звучания.

Сила натяжения в процессе перемотки для ленты типа 6 не должна превышать 500 *Г*, для ленты типа 9—300 *Г* и для ленты типа 10—200 *Г*. Значительно труднее измерить силу натяжения ленты в моменты остановки и пуска лентопротяжного механизма. Обычный динамометр вносит значительную погрешность и поэтому может применяться лишь для ориентировочной оценки силы натяжения. Максимальное кратковременное усилие не должно превышать 1 000 *Г* для ленты типа 6; 700 *Г* для ленты типа 9 и 500 *Г* для ленты типа 10.

Большие усилия в момент начала перемотки развиваются в трехмоторных лентопротяжных механизмах. Для того чтобы в таких механизмах можно было применять лавсановую магнитную ленту, необходимо снижать питающие напряжения, подаваемые на боковые электродвигатели при перемотке.

В режиме рабочего хода магнитная лента не должна перемещаться в направлении, перпендикулярном направлению движения. Такое перемещение приводит к возникновению колебаний уровня воспроизводимого сигнала. Это особенно заметно при малой ширине дорожки. Кроме того, поперечные перемещения вызывают изменения угла между направлением движения магнитной ленты и положением рабочих зазоров головок. Такие изменения приводят к колебаниям уровня воспроизводимого сигнала на высоких частотах.

Часто ограничение поперечных перемещений осуществляют путем установки трех направляющих колонок (рис. 8), из которых средняя несколько смещена по высоте по отношению к боковым. При этом положение ленты фиксируется и она не может произвольно перемещаться.

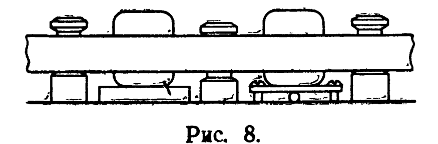


Рис. 8.

Необходимо отметить, что часто применяемые направляющие колонки с прямоугольной проточкой могут явиться причиной неудовлетворительного протягивания ленты, поскольку в таких колонках лента на склейках застревает, а при неточной установке колонки края ленты подвергаются деформации. Проточку в колонках рекомендуется выполнять с фасками так, как показано на рис. 9.

Большое внимание при налаживании лентопротяжного механизма необходимо уделить правильной установке магнитных головок, так как от этого в значительной степени зависит качество работы всего магнитофона.

Принятое в настоящее время положение сердечников головок по высоте при однодорожечной и двухдорожечной монофонической записи показано на рис. 10,*а* и *б*, а при четырехдорожечной записи— на рис. 11.

Для установки головок по высоте очень удобно применять отрезок лавсановой ленты со смытым с помощью ацетона рабочим

слоем. Такую ленту заправляют в лентопротяжный механизм вместо обычной, к месту ее соприкосновения с сердечниками головок прикладывают вырезанную из миллиметровой бумаги полоску и проверяют правильность положения сердечников относительно магнитной ленты.

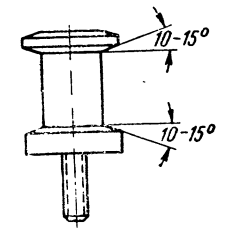


Рис. 9.

Далее определяют форму контактной зоны и положение рабочего зазора. Для этого на обезжиренную рабочую поверхность головки осторожно наносят тонкий слой чернил и мела. Затем на 1—2 *мин* включают лентопротяжный механизм в режиме рабочего хода, после чего рассматривают рабочую поверхность головки. Зона контакта четко видна, поскольку с поверхности, находящейся в соприкосновении с лентой, стираются нанесенные чернила или мел. При правильной установке головки зона контакта должна иметь вид, показанный на рис. 12,*а* при неправильной установке — вид, показанный на рис. 13.

Ширина контактной зоны должна составлять 3—4 *мм* при низких скоростях движения ленты. Если в магнитофоне применяется

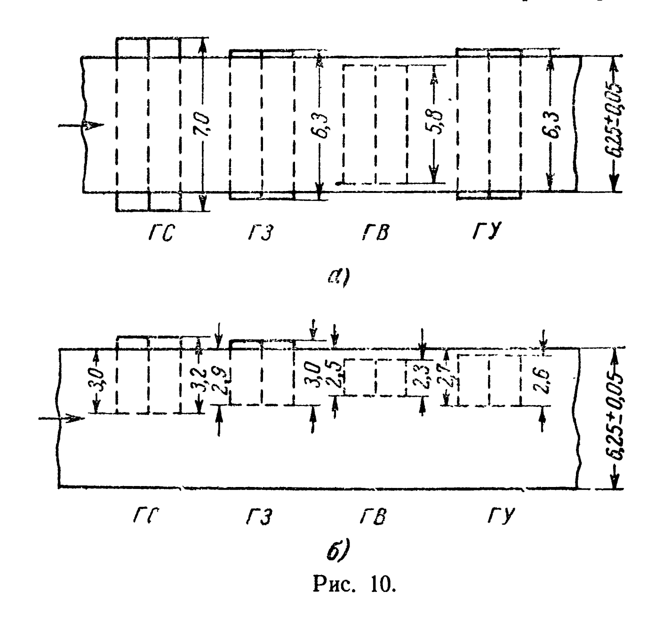


Рис. 10.

высокая скорость ленты (38,1 *см/сек*), то для уменьшения искажений на низких частотах увеличивают ширину контактной зоны до 6—8 *мм*.

Заключительный этап установки головок — обеспечение перпендикулярности рабочих зазоров головок направлению движения ленты — производят после тщательного налаживания усилителей записи и воспроизведения.

В магнитофонах обычно предусматриваются специальные приспособления для регулировки угла наклона рабочих зазоров головок. Иногда эти приспособления сконструированы так, что одновременно с изменением угла наклона меняется и положение головки по высоте. В этих случаях после регулировки угла наклона приходится производить дополнительную проверку правильности установки головки по высоте.

Процесс регулировки угла наклона значительно упрощается, если имеется измерительная магнитная лента. Для проверки угла наклона рабочих зазоров и измерения частотной характеристики канала воспроизведения применяют измерительные магнитные ленты ЛИР-19-Ч и ЛИР-9-Ч. Цифры указывают округленно скорость движения ленты в сантиметрах в секунду. Для регулировки угла наклона в любительских магнитофонах можно применить любую из этих лент. Прослушивая участок измерительной ленты, на которой записана достаточно высокая частота, изменяют наклон воспроизводящей головки таким образом, чтобы напряжение на выходе усилителя воспроизведения было максимальным. Точность установки рабочего зазора головки тем выше, чем выше записанная частота.

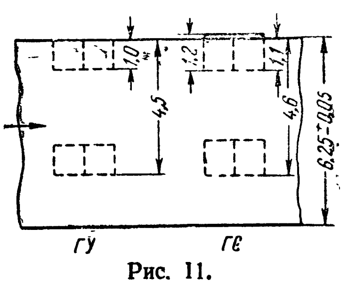
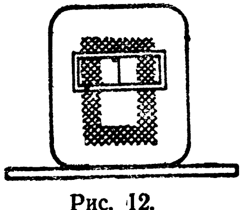
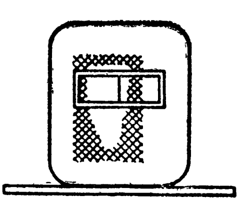


Рис. 11.

Если в магнитофоне применяется универсальная головка, то правильная установка ее в режиме воспроизведения автоматически обеспечивает правильность установки также и в режиме записи. При применении в магнитофоне раздельных головок записи и воспроизведения после установки наклона воспроизводящей головки производят установку наклона головки записи. Для этого на вход усилителя записи от звукового генератора подают сигнал частоты 4—5 *кгц* при скорости движения ленты 4,76 *см/сек*, 7—8 *кгц* при скорости движения ленты 9,53 *см/сек* и 10—12 *кгц* при скорости 19,05 *см/сек*. Изменяя наклон головки записи, добиваются максимального уровня воспроизведения.


Рис. 12.


Рис. 13.

При отсутствии измерительной магнитной ленты применяют другие способы установки положения рабочих зазоров головок. Например, можно записать сигнал достаточно высокой частоты на магнитофоне промышленного изготовления, а затем воспроизвести его на конструируемом магнитофоне, либо воспользоваться магнитофильмом промышленного изготовления, содержащим запись музыкальной программы с ярко выраженными высокими частотами.

После сборки лентопротяжного механизма, регулировки натяжения ленты и установки положения магнитных головок проверяют среднюю скорость движения ленты в режиме рабочего хода. Это особенно важно в том случае, если предполагается на собранном магнитофоне прослушивать записи, сделанные на других магнитофонах.

Наиболее пригодным в любительских условиях является метод определения средней скорости движения ленты путем измерения длины какого-либо отрезка ленты и времени прохождения его в режиме рабочего хода. Отношение этих величин будет равно средней скорости движения магнитной ленты. Для повышения точности измерений необходимо длину отрезка ленты выбирать достаточно большой. Очень удобно выбрать длину отрезка, равную 1 905 *см* при скорости 19,05 *см/сек,* 953 *см* при скорости 9,53 *см/сек,* 476 *см* при скорости 4,76 *см/сек.* При таких длинах отрезков номинальное время их движения составляет 100 *сек.* Отклонение измеренного времени от номинального в процентах показывает отклонение средней скорости от номинальной. Так, если фактически измеренное время составляет 98 *сек,* отклонением скорости от номинальной равно 2%.

Очень часто оказывается, что детонация, вызываемая лентопротяжным механизмом, слишком велика. В этом случае целесообразно определить, какой именно узел или деталь лентопротяжного механизма вызывают детонацию чтобы этот узел или деталь заменить.

Для определения причины детонации необходимо иметь магнитную ленту с записью сигнала с частотой 2—4 *кгц,* произведенную на лентопротяжном механизме с заведомо малой нестабильностью скорости движения. Лучше всего для этой цели применять измерительную магнитную ленту ЛИР-19-Д или ЛИР-9-Д. Можно также взять ленту с записью гармонического сигнала, сделанную на хорошем профессиональном магнитофоне.

Рекомендуется следующий порядок определения причины детонации. Воспроизводят измерительную ленту и прослушивают звучание записанного сигнала. «Плавание» звука обычно имеет периодический характер, и при прослушивании обращают внимание на частоту и глубину плавания звука.

Далее берут трех-четырехметровый отрезок измерительной ленты и воспроизводят ее так, чтобы катушки и боковые узлы не участвовали в работе лентопротяжного механизма. Для этого отрезок движущейся ленты одной рукой придерживают у обводного ролика, расположенного слева от головок (при этом создаваемое натяжение должно быть малым), а другой рукой без натяжения выводят ленту, протягиваемую ведущим узлом. При выполнении этой операции пассики, связывающие боковые узлы с ведущим валом или с электродвигателем, должны быть сняты. Если при этом детонация значительно уменьшится, то причиной детонации являются дефекты катушек, боковых узлов или системы передачи вращения боковым узлам. Для определения, какой именно узел является причиной детонации, ленту заправляют в лентопротяжный механизм так, чтобы только один из боковых узлов участвовал в работе лентопротяжного механизма. Резкое уменьшение детонации соответствует тому случаю, когда причиной детонации является не участвующий в работе боковой узел.

Если указанные операции не приводят к значительному снижению детонации, то наиболее вероятной причиной детонации яв-

ляются дефекты ведущего узла или системы передачи вращения от электродвигателя ведущему узлу. Если наблюдается ярко выраженная периодичность детонации, определяют ее частоту. Частоту детонации определяют путем подсчета числа колебаний скорости за одну минуту. Число колебаний скорости за одну минуту следует сравнить с числом оборотов всех вращающихся деталей, которые участвуют в работе ведущего узла. Этими деталями являются шкив ведущего двигателя, промежуточный шкив, ведущий вал и прижимной ролик. Если число оборотов какой-либо из этих деталей совпадает с числом колебаний скорости, то причиной детонации является дефект этой детали.

При неярко выраженной периодичности детонации определить причину детонации этим способом трудно.

Если частота колебаний скорости достаточно велика и ее трудно определить на слух, следует обратить внимание на качество всех деталей лентопротяжного механизма, вращающихся с высокими скоростями.

Иногда в лентопротяжных механизмах имеет место детонация, представляющая собой очень быстрые колебания скорости и прослушиваемая как хрип или прерывистость звука. Такая детонация может быть вызвана не только неравномерностью протягивания ленты ведущим узлом, но и продольными упругими колебаниями ленты. При наличии такой детонации нужно проверить, не слишком ли велики натяжение ленты у головок и трение между лентой и лентоприжимом. Упругие колебания ленты могут вызываться также слишком мягким и пружинистым креплением лентоприжимов к рычагу. Если между подающей катушкой и стирающей головкой установлен неподвижный обводной ролик, то при наличии продольных колебаний ленты целесообразно заменить такой ролик вращающимся. В качестве такого ролика можно применить шарикоподшипник подходящей высоты.

Налаживание лентопротяжных механизмов портативных магнитофонов имеет ряд специфических особенностей, обусловленных прежде всего тем, что в таких механизмах применяются маломощные малогабаритные электродвигатели постоянного тока. Мощность, потребляемая ими, зависит от нагрузки на валу. Поскольку одно из главных требований к портативному магнитофону — экономичность, необходимо отрегулировать лентопротяжный механизм так, чтобы бесполезные потери мощности в подшипниках и передачах вращения были сведены к минимуму.

Ведущие узлы лентопротяжных механизмов портативных магнитофонов обычно не имеют массивных маховиков, поэтому обеспечить стабильность скорости протягивания ленты в таких магнитофонах труднее, чем в сетевых.

Налаживание лентопротяжных механизмов портативных магнитофонов следует производить, постоянно контролируя ток, проходящий через электродвигатель. Для этого в цепь питания электродвигателя включают миллиамперметр на 100—200 *ма*.

Как уже упоминалось, ток, потребляемый исправным коллекторным электродвигателем на холостом ходу, не должен превышать 40 *ма*. При хорошем состоянии коллектора электродвигателя потребляемый ток можно несколько уменьшить, ослабив давление щеток на коллектор.

Обычно в лентопротяжных механизмах портативных магнитофонов применяют электродвигатели с центробежным регулятором.

Центробежные регуляторы настраиваются при изготовлении электродвигателя на определенную скорость вращения, регулировка их требует большой тщательности, поэтому без крайней необходимости не рекомендуется перестраивать центробежные регуляторы на другую скорость вращения. Если перестройка необходима, то следует учитывать, что скорость вращения должна быть не ниже 1 000 *об/мин,* так как при более низкой скорости электродвигатель работает неравномерно, рывками.

Измерив ток холостого хода, определяют увеличение тока, потребляемого электродвигателем при последовательном подсоединении вращающихся узлов лентопротяжного механизма.

Если применяется лентопротяжный механизм с двумя пассиками, то сначала подсоединяют пассик, связывающий электродвигатель с ведущим узлом; при этом ток должен увеличиться не более чем на 10 *ма.* При большем увеличении тока следует проверить степень натяжения пассика, легкость и плавность вращения ведущего вала в подшипниках. Далее при включенном прижимном ролике контролируют ток электродвигателя, который не должен увеличиться более чем на 15 *ма.* Большее увеличение объясняется низким качеством подшипников прижимного ролика или ведущего узла.

Ток, потребляемый электродвигателем при подсоединенном ведущем узле и при наличии ленты, протягиваемой с требуемым натяжением, не должен превышать 70 *ма.*

Далее подсоединяют боковые узлы и проверяют ток электродвигателя при различном количестве ленты на подающей и приемной катушках. Потребляемый ток не должен превышать 100 *ма.*

В режиме перемотки центробежный регулятор обычно отключают, и ток, потребляемый электродвигателем, может достигать 150—200 *ма.* Если ток в режиме перемотки превышает 200 *ма,* то следует уменьшить натяжение ленты, поскольку при большом токе обгорают щетки и пластины коллектора и электродвигатель быстро выходит из строя.

Последний этап налаживания лентопротяжного механизма — регулировка систем управления и вспомогательных элементов.

В настоящее время часто применяют переключатели рода работы, механически связанные с тормозными устройствами, рычагом прижимного ролика и промежуточным роликом фрикционной передачи. Регулировка этих переключателей состоит в обеспечении их надежного срабатывания при воздействии на них небольших усилий. При регулировке следует еще раз обратить внимание на величину натяжения ленты в моменты переключения режимов работы при различных количествах ленты на катушках. Устранение рывков или образования петель ленты производят путем тщательной регулировки тормозных устройств и подбором напряжения на боковых электродвигателях. Для предотвращения образования петли ленты при остановке лентопротяжного механизма необходимо отрегулировать тормозные устройства так, чтобы усилие торможения катушки, с которой сматывается магнитная лента, превышало бы усилие торможения катушки, на которую лента наматывается.

По окончании налаживания смазывают подшипники узлов лентопротяжного механизма и производят обкатку в течение 10—15 *ч* без ленты. После этого надо удалить старую смазку, промыть трущиеся поверхности и вновь смазать подшипники узлов.

НАЛАЖИВАНИЕ КАНАЛА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

Электрические схемы магнитофонов по принципу их построения могут быть разделены на две основные группы: схемы с универсальным усилителем и схемы с раздельными усилителями записи и воспроизведения. В схемах с универсальным усилителем применяется один общий усилитель, работающий как в режиме записи, так и в режиме воспроизведения. Поскольку требования, предъявляемые к усилителю, в режиме записи и воспроизведения различны, то при переходе от одного режима работы к другому параметры универсального усилителя должны соответствующим образом изменяться. Это достигается путем электрической коммутации элементов схемы.

Схемы с универсальным усилителем содержат сравнительно небольшое количество деталей и применяются в магнитофонах, где первостепенное значение имеют малые габариты, высокая экономичность и низкая стоимость. В высококачественных магнитофонах применяются раздельные усилители. Наличие в магнитофоне раздельных усилителей и раздельных головок записи и воспроизведения позволяет осуществлять контроль качества записи непосредственно в процессе самой записи.

Налаживание электрической части магнитофона с раздельными усилителями значительно проще, поскольку имеется возможность производить независимую настройку каналов записи и воспроизведения. В универсальных усилителях независимую настройку можно производить только теми регулировочными элементами, которые подключаются к усилителю через коммутирующие цепи, осуществляющие переход от режима записи к режиму воспроизведения. Такие элементы всегда имеются в схеме, поэтому методика налаживания одинакова для магнитофонов как с раздельными, так и с универсальными усилителями. Некоторые особенности налаживания схем с универсальными усилителями связаны с применением сложной коммутации, которая при неудачном выполнении может привести к самовозбуждению.

Высокие качественные показатели магнитофона могут быть реализованы только в случае грамотного и тщательного налаживания электрической схемы.

Кроме авометра, для налаживания необходимы звуковой генератор и милливольтметрпеременного тока. Желательно также наличие осциллографа.

Канал воспроизведения состоит из воспроизводящей головки и усилителя воспроизведения (универсального).

Усилитель воспроизведения имеет некоторые особенности, отличающие его от обычных усилителей низкой частоты. Одна из особенностей заключается в том, что источник сигнала — воспроизводящая магнитная головка — имеет индуктивное внутреннее сопротивление, а э. д. с. на выходе головки составляет доли или единицы милливольт. Поэтому усилитель воспроизведения должен иметь высокий коэффициент усиления. Другая особенность заключается в том, что для получения линейной частотной характеристики всего канала магнитной записи частотная характеристика усилителя воспроизведения должна иметь значительный подъем на низких и высоких частотах. Это предопределяет наличие в усилителе корректирующих цепей с частотнозависимой характеристикой.

Схемы любительских магнитофонов обычно включают в себя оконечный усилитель, нагрузкой которого служит громкоговоритель.

Налаживание оконечных усилителей магнитофонов не имеет каких-либо особенностей по сравнению с налаживанием любых других оконечных усилителей и поэтому здесь не рассматривается. В соответствии с этим под усилителем воспроизведения подразумевается часть схемы, включающая предварительные каскады усиления вплоть до входа оконечного усилителя. Выходом усилителя воспроизведения при этом считается вход оконечного усилителя или линейный выход, если он предусмотрен в схеме магнитофона.

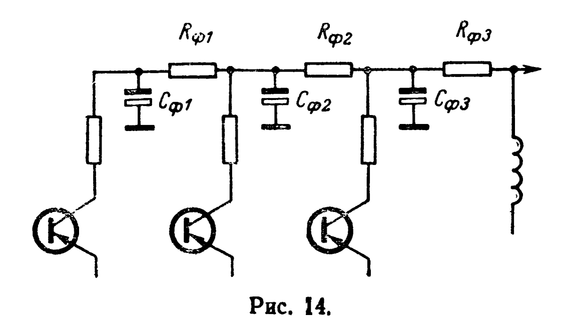


Рис. 14.

Налаживание усилителя воспроизведения следует начинать с проверки и установки требуемых режимов электронных ламп или транзисторов.

Таблица 4

Допустимые пульсации напряжения на различных каскадах усиления, *мв*

Точка подсоединения милливольтметра	Усилительный элемент		
	Пентод	Триод	Транзистор
Конденсатор фильтра питания первого каскада	0,2	0,05	0,02
Конденсатор фильтра питания второго каскада усиления	2	0,5	0,2
Конденсатор фильтра питания последнего каскада усилителя воспроизведения	3	1	0,5

Если питание схемы осуществляется от выпрямителя, то необходимо прежде всего проверить его выходное напряжение, а также измерить пульсацию выпрямленного напряжения.

Питание каскадов усилителя воспроизведения производится обычно через развязывающие *RC*-фильтры, которые не только уменьшают пульсацию питающего напряжения, но и препятствуют возникновению паразитной обратной связи между каскадами. Развязывающие фильтры обычно выполняются многозвенными, причем

к каждому звену фильтра подсоединяется сопротивление нагрузки соответствующего каскада (рис. 14). Для того чтобы уровень фона на выходе усилителя не превышал предельных значений, пульсация питающего напряжения различных каскадов усилителя не должна превышать величин, указанных в табл. 4.

Затем измеряют постоянные напряжения на электродах ламп или транзисторов и сравнивают с рекомендованными, если последние приведены в соответствующем описании. При измерении напряжений на электродах ламп и транзисторов следует учитывать влияние входного сопротивления вольтметра на режим работы каскада. Измеренные значения напряжений и токов не должны отличаться более чем на 10—15% от рекомендованных. Изменение режима транзисторных каскадов производят соответствующим подбором сопротивлений резисторов в цепях базового смещения, а ламповых каскадов — подбором сопротивления резистора в цепи автоматического смещения.

Если напряжение на аноде или коллекторе какого-либо каскада близко к нулю или равно полному напряжению питания, то каскад неисправен. Причины таких неисправностей приведены в табл. 5.

Таблица 5

Причины неисправности транзисторных и ламповых каскадов

Неисправность	Причины неисправностей	
	Каскад на лампе	Каскад на транзисторе
Напряжение на аноде или коллекторе близко к нулю	1. Большая величина утечки конденсатора связи в цепи сетки лампы 2. Пробит конденсатор, блокирующий резистор автоматического смещения 3. Неисправны детали в цепи питания экранирующей сетки 4. Неисправен резистор в анодной цепи лампы	1. Неисправны резисторы в коллекторной или базовой цепях. 2. Пробит конденсатор, блокирующий резистор в цепи эмиттера 3. Пробит конденсатор связи в цепи базы транзистора 4. Пробит конденсатор связи со следующим каскадом
Напряжение на аноде или коллекторе близко к напряжению источника питания	1. Неисправен резистор утечки сетки 2. Обрыв в катодной цепи лампы 3. Не поступает напряжение накала лампы 4. Неисправны детали в цепи питания экранирующей сетки	1. Не подается смещение на базу транзистора 2. Пробит эмиттерный или коллекторный переход 3. Обрыв резистора в цепи эмиттера —

Режим работы первых каскадов усилителя воспроизведения в значительной мере определяет шумовые характеристики усилителя. Для обеспечения минимального уровня шума напряжение между эмиттером и коллектором транзистора первого каскада должно составлять 0,5—1,5 *в*, а коллекторный ток 0,15—0,5 *ма*.

В ламповых схемах шумовые свойства каскада в значительной степени определяются тепловым режимом катода. Необходимо, чтобы напряжение накала, от которого зависит этот режим, соответствовало номинальному.

Анодное напряжение ламп первого каскада должно составлять 30—60 *в*. При использовании пентода следует обратить внимание на то, чтобы напряжение на экранирующей сетке не превышало напряжения на аноде.

Последние каскады усилителя воспроизведения работают при больших уровнях сигнала, поэтому их режим работы выбирают с точки зрения получения малых нелинейных искажений.

Нелинейные искажения характеризуются появлением в выходном сигнале гармоник частот, кратных частоте основного сигнала. Уровень нечетных гармоник тем ниже, чем выше анодное или коллекторное напряжение. Для уменьшения уровня четных гармоник режим работы каскада должен быть подобран так, чтобы падение напряжения между катодом и анодом лампы (или между эмиттером и коллектором транзистора) было бы равно падению напряжения на анодной (коллекторной) нагрузке.

В любительских условиях измерить коэффициент нелинейных искажений достаточно сложно. Однако существует простой способ, дающий возможность определить, создает ли данный каскад значительные нелинейные искажения при прохождении сигнала. Для этого к аноду лампы (или к коллектору транзистора) подключают вольтметр постоянного тока, а на вход усилителя подают синусоидальное напряжение с выхода звукового генератора. Если постоянное напряжение на аноде (коллекторе) заметно отличается от того, которое имело место при отсутствии сигнала, каскад вносит нелинейные искажения.

Описанный способ позволяет подобрать режим работы оконечного каскада для получения минимальных нелинейных искажений. Если при подаче сигнала анодное напряжение увеличивается, то смещение, подаваемое на управляющую сетку, следует увеличить. Для этого достаточно увеличить сопротивление резистора в цепи автоматического смещения. Если при подаче сигнала анодное напряжение уменьшается, сопротивление резистора автоматического смещения уменьшают. В транзисторных схемах увеличение напряжения на коллекторе при подаче сигнала указывает на необходимость снижения тока базы, и наоборот. Изменение тока базы достигается подбором сопротивлений резисторов базового смещения.

Рассмотренный способ оценки линейности амплитудной характеристики каскада применим только по отношению к четным гармоникам. Нечетные гармоники будут достаточно малы, если действующее значение напряжения сигнала на выходе усилительного каскада не превышает 10—15% питающего напряжения. Существенно снизить нелинейные искажения можно путем введения отрицательной обратной связи.

После проверки и установки режима работы усилительных каскадов переходят к проверке работоспособности усилителя. Для этого на вход усилителя подают сигнал от звукового генератора с ча-

стотой 1 000 *гц* и амплитудой 1 *мв*. К выходу усилителя подсоединяют милливольтметр. Желательно также к выходу усилителя подключить осциллограф. Уровень сигнала на выходе в зависимости от конкретной схемы должен составлять 200—1 000 *мв* при синусоидальной форме сигнала. Отсутствие сигнала на выходе или его низкий уровень указывают на наличие неисправностей в схеме. При правильном подборе режима работы усилительных каскадов и при отсутствии ошибок в монтаже неисправности следует искать в цепях межкаскадной связи. Последовательно измеряя с помощью милливольтметра переменные напряжения на сетках ламп или на базах транзисторов различных каскадов, находят неисправную цепь или деталь.

Самовозбуждение усилителя выражается в наличии сигнала значительного уровня на выходе усилителя при отсутствии сигнала на входе. Здесь надо различать самовозбуждение и помеху. Помеха (фон, шум) также создает напряжение на выходе при отсутствии сигнала на входе, но возникновение ее не связано с наличием паразитной положительной обратной связи. Уровень помехи на выходе усилителя при отсутствии грубых ошибок в схеме (например, подключения напряжения накала к сетке лампы) всегда ниже, чем напряжение на выходе в случае самовозбуждения. Различить помеху и самовозбуждение можно также по изображению на экране осциллографа. Если самовозбуждение происходит на низких частотах, то форма напряжения на выходе имеет импульсный или пилообразный характер. При самовозбуждении на высоких частотах форма напряжения может быть самой разнообразной, но она всегда имеет четкую периодичность.

Самовозбуждение на средних частотах маловероятно, поскольку коэффициент усиления на этих частотах значительно ниже, чем на крайних частотах полосы пропускания.

Причинами самовозбуждения являются электрические или магнитные поля, возникающие в цепях выходных каскадов, которые из-за неудачного взаимного расположения деталей усилителя наводят э. д. с. во входных цепях. Причиной самовозбуждения может служить также проникновение выходного сигнала на вход усилителя по цепям питания. Для того чтобы устранить самовозбуждение, необходимо точно знать причину его возникновения.

В усилителях, имеющих очень низкую нижнюю граничную частоту (около 30 *гц*), иногда возникает самовозбуждение, напоминающее при прослушивании через громкоговоритель ритмично чередующиеся щелчки. Такого типа самовозбуждение возникает при питании усилителя воспроизведения и оконечного усилителя от одного выпрямителя с большим выходным сопротивлением и объясняется паразитной связью через цепи анодного или коллекторного питания. Попытки устранить такую обратную связь посредством увеличения емкости конденсаторов развязывающих фильтров приводят только к понижению частоты следования щелчков. Для устранения такого самовозбуждения рекомендуется уменьшить выходное сопротивление выпрямителя или питать первый каскад усилителя от стабилизатора.

Самовозбуждение на высоких частотах может вызываться близким расположением выходного трансформатора от головки или первой лампы усилителя, недостаточным экранированием входных цепей усилителя и цепей частотной коррекции. В некоторых случаях причиной самовозбуждения является несоблюдение основных правил монтажа.

Для уменьшения вероятности появления самовозбуждения и фона в усилителе воспроизведения при монтаже следует руководствоваться следующими основными правилами:

1. Детали, относящиеся к какому-либо каскаду, группируются около транзистора или ламповой панели этого каскада, причем детали должны припаиваться к выводам транзистора или гнездам ламповой панели без применения длинных соединительных проводов. Те детали каскада, которые должны быть подсоединены к общему проводу (к шасси), подсоединяются в одной точке около ламповой панели.

2. Нельзя использовать в качестве одного провода накала шасси усилителя.

3. Заземлять цепи питания накала следует в одной точке вблизи выпрямителя.

4. Все цепи, по которым проходят сигналы малого уровня, должны быть экранированы и по возможности удалены от выходных каскадов.

5. Оплетки экранирующих проводов, электростатические и магнитные экраны, сердечники трансформаторов и др. должны быть заземлены в одной точке.

Иногда в канале воспроизведения возникает самовозбуждение на ультравысоких частотах. Такое самовозбуждение не прослушивается в громкоговорителе; наличие его можно определить только с помощью осциллографа. Для устранения самовозбуждения на ультравысоких частотах иногда достаточно включить конденсатор емкостью 5—15 *пф* между анодом и управляющей сеткой лампы или конденсатор емкостью 100—200 *пф* между коллектором и базой транзистора. Такой конденсатор необходимо включить в том каскаде, где осуществляется частотная коррекция.

Иногда самовозбуждение возникает за счет обратной связи через цепи накала. В этом случае целесообразно цепь накала соединить с шасси через конденсатор емкостью 0,1 *мкф*. Место подсоединения и провод накала, к которому следует подключить конденсатор, определяют опытным путем.

Основной способ определения причины самовозбуждения — это последовательное исключение участков схемы, не принимающих участия в возникновении самовозбуждения. Так, если при снятии напряжения питания с первого каскада самовозбуждение остается, очевидно, что цепи первого каскада непричастны к возникновению самовозбуждения. Если, например, после отпайки проводов, ведущих к переключателю, самовозбуждение прекращается, то причиной самовозбуждения являются наводки на эти провода. При этом необходимо следить за тем, чтобы не нарушалось нормальное функционирование всех остальных элементов схемы.

После проверки работоспособности усилителя и устранения самовозбуждения можно перейти к проверке и регулировке частотной характеристики усилителя.

Как известно, для обеспечения возможности обмена фонограммами, записанными на разных магнитофонах, частотная характеристика канала воспроизведения строго нормируется, а характеристика канала записи подбирается такой, чтобы в заданной полосе частот достигалась необходимая равномерность частотной характеристики сквозного канала.

На рис. 15 сплошными линиями показаны нормированные частотные характеристики так называемого стандартного канала вос-

произведения для трех скоростей движения магнитной ленты. Частотные характеристики реального канала воспроизведения несколько отличаются от характеристик стандартного канала. Это отличие определяется параметрами применяемых магнитных головок воспроизведения. Для распространенных малогабаритных магнитных головок с шириной рабочего зазора 5—8 *мкм* примерный ход частотных характеристик реального канала воспроизведения показан штриховыми линиями.

При снятии частотной характеристики в обмотку головки вводят напряжение сигнала с помощью специальной схемы, показанной на рис. 16. Обычно резистор R_2 имеет сопротивление 1 *ом*, а резистор R_1 — 100 или 1 000 *ом*. Резисторы R_1 и R_2 образуют делитель напряжения. Во избежание перегрузок напряжение сигнала, вводимое в обмотку головки, не должно превышать 0,1 *мв*.

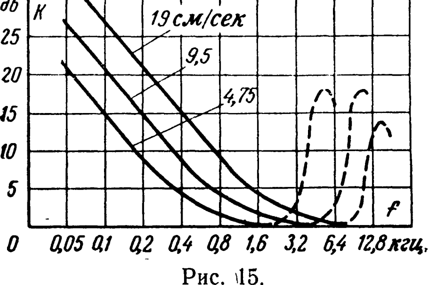


Рис. 15.

К выходу усилителя подключают милливольтметр переменного тока. Поддерживая напряжение на выходе звукового генератора постоянным, изменяют частоту генерируемых колебаний в пределах полосы пропускания и по результатам измерения выходного напряжения строят график, аналогичный графику, приведенному на рис. 15, для каждой скорости движения ленты (переключая соответствующие цепи коррекции).

Если имеется значительное (более 3—4 *дб*) отклонение хода этих характеристик, следует произвести настройку цепей коррекции. При этом надо учитывать, что значительно меньший коэффициент усиления по сравнению с требуемым на низких и высоких частотах

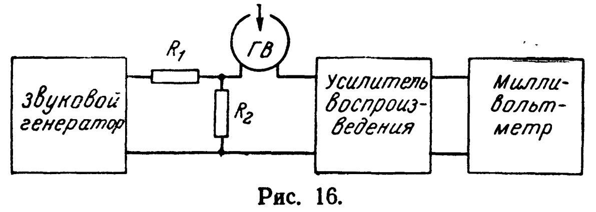


Рис. 16.

может обусловливаться завалом частотной характеристики усилителя без учета цепей коррекции. Поэтому предварительно необходимо проверить частотную характеристику отдельно каждого каскада с отключенными цепями коррекции.

В настоящее время наиболее распространенными являются схемы коррекции с частотнозависимым делителем напряжения (рис. 17) и с частотнозависимой обратной связью (рис. 18). Влияние изменения параметров элементов схемы коррекции на ход частотной характеристики показано на рис. 19,*а* и *б*. Изменяя сопротивления резисторов и емкости конденсаторов цепей коррекции, добиваются

совпадения измеренной частотной характеристики с характеристиками, представленными на рис. 15.

При снятии частотной характеристики регуляторы тембра, если они предусмотрены в схеме усилителя воспроизведения, должны находиться в положении, обеспечивающем линейную частотную характеристику усилителя с отключенными цепями коррекции.

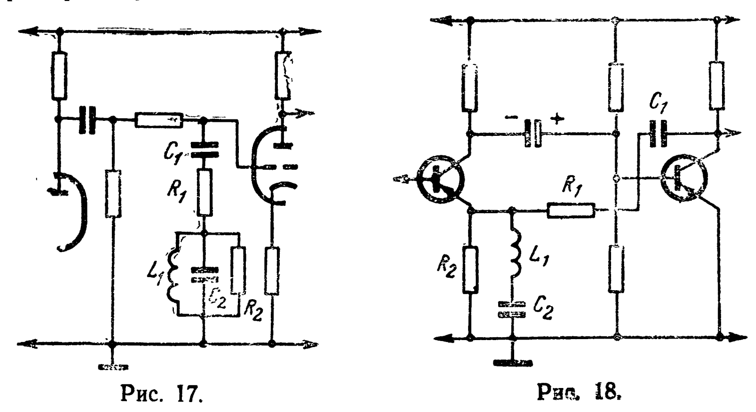


Рис. 17. Рис. 18.

При наличии части Ч измерительной магнитной ленты проверяют частотную характеристику канала путем воспроизведения записи на измерительной ленте. При воспроизведении сигналов различных частот, записанных на измерительную ленту, напряжение на выходе канала воспроизведения должно меняться не более чем на 3 *дб*. На граничных частотах полосы пропускания допустимо изменение выходного напряжения на 5 *дб*.

Может возникнуть такое положение, при котором частотная характеристика канала воспроизведения, снятая с помощью звукового

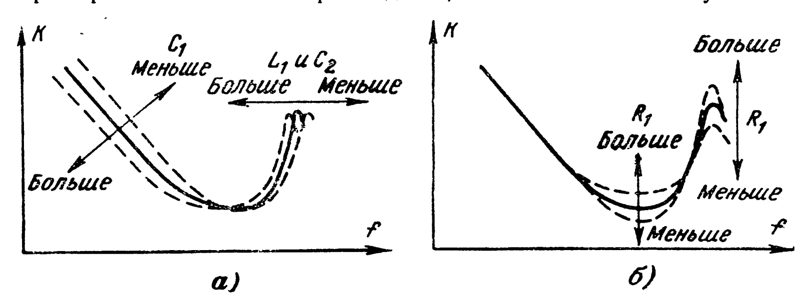


Рис. 19.

генератора, в достаточной степени совпадает с характеристикой, приведенной на рис. 15, а частотная характеристика по воспроизведению с измерительной ленты имеет значительную неравномерность. Это объясняется низким качеством воспроизводящей головки (широкий рабочий зазор, стертая рабочая поверхность или ее плохая

шлифовка, замыкание части витков), неравномерным прилеганием ленты к головке или ее неправильной установкой.

Неравномерность частотной характеристики канала воспроизведения, снятой по измерительной ленте, вызванная разбросом параметров головок, может быть уменьшена подбором элементов цепи коррекции. Поскольку различные типы головок отличаются в основном величиной потерь на высоких частотах, чаще всего равномерность частотной характеристики обеспечивается подбором сопротивления резистора R_2 (рис. 17 и 18).

Одной из важнейших характеристик магнитофона является динамический диапазон. Динамический диапазон определяется отношением напряжения помехи на выходе канала воспроизведения, измеренного при отсутствии полезного сигнала на ленте, к номинальному напряжению полезного сигнала. Динамический диапазон магнитофона, предназначенного для записи музыкальных программ, не должен быть ниже 40 *дб.* Поскольку усилитель воспроизведения обладает большой чувствительностью, то всякого рода наводки и помехи оказывают воздействие именно на канал воспроизведения, поэтому динамический диапазон магнитофона в первую очередь определяется динамическим диапазоном канала воспроизведения.

Все возникающие в канале помехи можно разделить на следующие виды:

1. Собственные шумы усилителя.
2. Электромагнитные наводки фона переменного тока на головку воспроизведения.
3. Наводки фона на входные цепи усилителя.
4. Помехи, возникающие от вибраций деталей усилителя (микрофонный эффект).
5. Стекание электрических зарядов, накапливающихся на магнитной ленте в процессе ее движения

Для определения вида помехи удобно воспользоваться электронным осциллографом, который подключают к выходу усилителя воспроизведения.

Собственные шумы усилителя представляют собой хаотическую помеху со сплошным спектром частот. На экране осциллографа она просматривается как размытая горизонтальная линия с частыми небольшими всплесками.

Электромагнитные наводки на головку и усилитель воспроизведения представляют собой периодический сигнал с частотой 50 или 100 *гц.* Убедиться в этом можно, сравнивая частоту напряжения помехи с частотой питающей электросети.

Микрофонный эффект на экране осциллографа просматривается в виде выбросов напряжения в момент простукивания по лампам и деталям усилителя.

Стекание электрических зарядов возникает только в процессе движения ленты и прослушивается в виде негромких периодических щелчков.

Для уменьшения собственных шумов усилителя необходимо подобрать режим работы первых каскадов усилителя. Кроме того, в первых каскадах усилителя следует применять малошумящие транзисторы и лампы. В некоторых случаях бывает целесообразно произвести подбор наилучшего экземпляра транзистора или лампы.

Обычно при питании магнитофона от сети переменного тока наибольшие помехи создают электромагнитные наводки, приводящие к возникновению фона переменного тока. Для того чтобы устра-

нить или уменьшить фон переменного тока, следует точно определить место его возникновения путем последовательного исключения источников фона и участков схемы, на которые фон наводится. Для этого к выходу усилителя воспроизведения подсоединяют милливольтметр или осциллограф. Если при замыкании накоротко выводов обмотки воспроизводящей головки уровень фона значительно уменьшается, то имеет место наводка на воспроизводящую головку. Если при отключении напряжения питания ведущего электродвигателя происходит снижение уровня фона, то причиной наводки

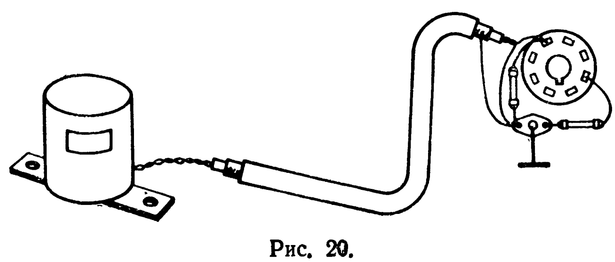


Рис. 20.

является поле рассеяния электродвигателя. Аналогично, если снижение фона имеет место при питании схемы от постороннего выпрямителя, то источником фона является либо поле рассеяния трансформатора питания, либо недостаточная фильтрация выпрямленного напряжения. Таким способом можно достаточно точно определить причину возникновения фона.

При электромагнитной наводке на воспроизводящую головку требуется проверить качество ее экранирования. Экран головки по возможности должен быть сплошным, количество щелей и отверстий и их площадь должны быть минимальными. Часто перед рабочими поверхностями воспроизводящей или универсальной головок устанавливают специальный экран. Регулировкой его положения добиваются снижения фона на выходе усилителя воспроизведения. В некоторых случаях для снижения наводок устанавливают дополнительный экран на воспроизводящую головку. Хорошие результаты приносит установка под блоком магнитных головок стальной пластины.

Фон переменного тока может вызываться наводкой на кабель, соединяющий воспроизводящую головку со входом усилителя при неправильном монтаже входных цепей.

Провода, соединяющие головку с усилителем, обычно свивают вместе и помещают в экран. Нельзя использовать экран в качестве одного из соединительных проводов и один из выводов головки подсоединять к плате лентопротяжного механизма. Пример правильного монтажа входных цепей показан на рис. 20.

Если при замыкании накоротко выводов обмотки воспроизводящей головки уровень фона не уменьшается, то причину возникновения фона следует искать в первых каскадах усилителя. Источником фона могут служить анодные и коллекторные цепи питания, если пульсации анодного и коллекторного напряжения превышают величины, указанные в табл. 4. В ламповых усилителях источником фона часто являются цепи питания накала ламп. В этом можно убедиться следующим образом: не снимая анодного напря-

жения, отключают питание накала ламп. Если при этом фон резко снижается, то его источником являются цепи накала ламп.

Возникновение фона возможно при питании накала ламп выпрямленным, но плохо сглаженным напряжением.

При монтаже накальных цепей следует иметь в виду следующее:

1. Накальные провода желательно свить вместе, а у ламповой панели первого каскада заключить в экран.

2. Ближайший к лепестку управляющей сетки лепесток накала соединяют с заземленным проводом накала.

3. На накальные цепи подают положительное напряжение относительно катодов ламп по схеме, приведенной на рис. 21. Движок потенциометра R_1 при налаживании устанавливают по минимуму фона на выходе усилителя воспроизведения.

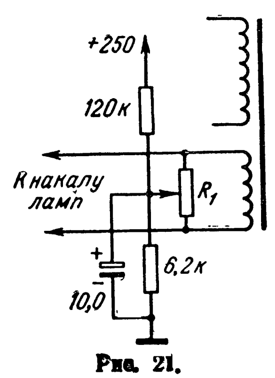


Рис. 21.

Если питание накала первой лампы осуществляется от выпрямителя, то необходимо обратить внимание на величину пульсаций выпрямленного напряжения.

Фон переменного тока часто вызывается полями рассеяния трансформатора питания и электродвигателя при неудачном расположении или недостаточной экранировке первого каскада.

Для устранения микрофонного эффекта в качестве входных ламп применяют лампы рамочной конструкции с жестким креплением витков управляющей сетки, амортизируют ламповую панель первого каскада и на баллоне лампы первого каскада укрепляют достаточно массивные металлические кольца.

Транзисторные усилители микрофонному эффекту подвержены довольно слабо.

Помехи от стекания электрических зарядов с движущейся ленты устраняют путем заземления всех металлических деталей, которых касается лента при движении. Особенно это относится к сердечнику воспроизводящей головки.

В транзисторных магнитофонах часто возникает специфическая помеха, обусловленная периодическим замыканием и размыканием контактов центробежного регулятора электродвигателя. Существенное ослабление этой помехи дает включение транзистора в цепь центробежного регулятора оборотов электродвигателя и применение специальных фильтров. Заметим, что уровень помех от коллекторного электродвигателя в портативном магнитофоне тем выше, чем больше внутреннее сопротивление источников питания. Поэтому целесообразно применять батареи большой емкости.

Иногда для устранения помех от коллекторного электродвигателя вводят отдельный источник для питания первых каскадов усилителя воспроизведения. Поскольку импульсная помеха от двигателя может проникать в усилитель не только через цепи питания, но и в виде электромагнитных наводок, необходимо экранировать усилитель и двигатель.

Еще лучшие результаты можно получить при питании коллекторных электродвигателей и усилителей воспроизведения от раз-

дельных источников питания, не имеющих между собой гальванической связи. В стереофонических магнитофонах имеются два идентичных канала воспроизведения. Налаживание этих каналов необходимо производить раздельно. После налаживания каждого канала проверяют переходное затухание между каналами и идентичность каналов.

Для оценки переходного затухания между каналами в обмотку воспроизводящей головки одного из каналов вводят сигнал от звукового генератора по схеме, приведенной на рис. 16, и с помощью милливольтметра измеряют напряжения на выходах обоих каналов. Отношение большего напряжения к меньшему, выраженное в децибелах, представляет собой переходное затухание между каналами воспроизведения.

Величина переходного затухания не должна существенно отличаться от динамического диапазона канала воспроизведения.

Причиной недостаточного переходного затухания обычно является плохая экранировка головок, взаимосвязь стереоканалов по цепям питания или посредством электромагнитных наводок.

Параметры обоих стереоканалов при любых положениях регуляторов уровня воспроизведения и тембра не должны отличаться более чем на 2 *дб*. Поэтому тщательно проверяют и сравнивают коэффициенты усиления и формы частотных характеристик обоих усилителей. Имеющийся в схеме стереофонических усилителей регулятор стереобаланса при этом устанавливают в среднее положение.

НАЛАЖИВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА СТИРАНИЯ И ПОДМАГНИЧИВАНИЯ

Подавляющее большинство современных магнитофонов содержит генератор высокой частоты, предназначенный для стирания и подмагничивания. Стирание и подмагничивание постоянным магнитным полем здесь не рассматриваются, поскольку при этом не обеспечивается удовлетворительное качество записи.

Существует большое разнообразие схем генераторов стирания и подмагничивания. Однако все они различаются в основном способом подачи положительной обратной связи и могут быть сведены к следующим видам. Генератор, схема которого приведена на рис. 22, собран на одной лампе по схеме индуктивной трехточки. На рис. 23 приведена схема двухтактного лампового генератора с трансформаторной обратной связью, а на рис. 24 — схема двухтактного транзисторного генератора. Налаживание генераторов, собранных по другим схемам, не имеет принципиальных особенностей и поэтому также может производиться по рассмотренной ниже методике.

Налаживание генератора стирания и подмагничивания заключается в следующем:

1. Проверка возникновения генерации.
2. Установка необходимой частоты генерации.
3. Обеспечение требуемых токов стирания и подмагничивания.
4. Устранение асимметричности формы токов стирания и подмагничивания.

Если схема генератора собрана правильно и данные деталей соответствуют описанию, то генератор обычно начинает работать сразу. В тех схемах генераторов, где имеется обмотка обратной

связи (например, L_2 в схеме на рис. 23), может потребоваться переключение ее выводов. Для того чтобы убедиться в наличии генерации, достаточно поднести к катушке генератора неоновую лампу. При наличии генерации лампа загорается. Если генератор стирания и подмагничивания собран на транзисторах, то наличие генерации проверяют путем подключения неоновой лампы или лампового вольтметра переменного тока параллельно выводам стирающей головки.

Большое значение для получения требуемых качественных показателей магнитофона имеет правильный выбор частоты генерации. Чем выше частота генерации, тем меньше шумы при записи. Кроме того, при этом значительно снижаются помехи, связанные с образованием биений — разностных частот между гармониками записываемого сигнала и частотой генератора стирания и подмагничивания.

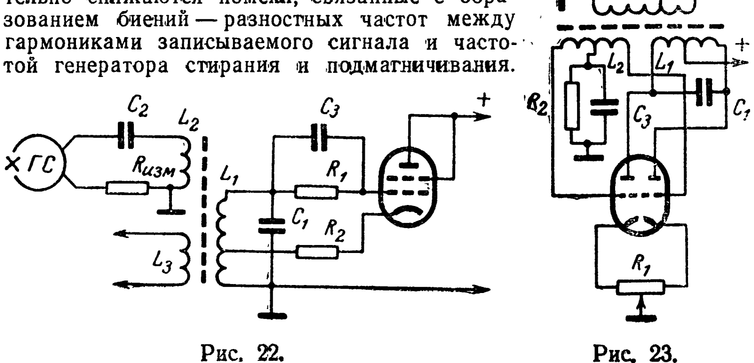


Рис. 22. Рис. 23.

В связи с этим желательно, чтобы частота генератора по крайней мере в 5 раз превышала максимальную частоту записываемого сигнала.

Однако повышение частоты требует значительного увеличения мощности, отдаваемой генератором. Поэтому в портативных магнитофонах ограничиваются частотой 30—40 *кгц*. В магнитофонах, предназначенных для высококачественной записи музыкальных программ, эта частота выбирается равной 80—100 *кгц*.

Частота генерации определяется параметрами колебательного контура генератора. В схемах, приведенных на рис. 22 и 23, контур образован катушкой L_1 и конденсатором C_1. В схеме, изображенной на рис. 24, контур состоит из индуктивности обмотки стирающей головки, конденсатора C_1 и катушки L_1. Изменяя параметры колебательного контура, можно в широких пределах изменять частоту.

Измерение частоты генератора стирания и подмагничивания производят с помощью осциллографа звукового генератора (по фигурам Лиссажу), либо с помощью частотомера. Измерение частоты следует производить с подключенными к генератору стирающей головкой и цепями подмагничивания.

В любительских магнитофонах часто применяют готовые стирающие головки от промышленных магнитофонов. Необходимая величина тока стирания составляет 20—100 *ма* в зависимости от типа головки. Наибольшее распространение получили стирающие головки с ферритовым сердечником. Такие головки более долговечны и требуют меньшего тока стирания (10—40 *ма*).

Если необходимый ток стирания известен, то проверяют величину тока стирания в головке. Измерение этого тока удобно производить посредством измерения падения напряжения на измерительном резисторе $R_{изм}$ (рис. 22—24), включенном последовательно с головкой стирания. Сопротивление измерительного резистора должно составлять 5—15 *ом*. Лучше всего применять резисторы типа УЛИ.

Когда требуемая величина тока стирания для примененной стирающей головки неизвестна, проверяют качество стирания предварительно сделанной записи с перемодуляцией.

Если величина тока стирания превышает необходимую, лучше повысить частоту генератора до такого значения, при котором ток стирания достигнет необходимой величины. Если величина тока стирания недостаточна, то принимают меры к его увеличению.

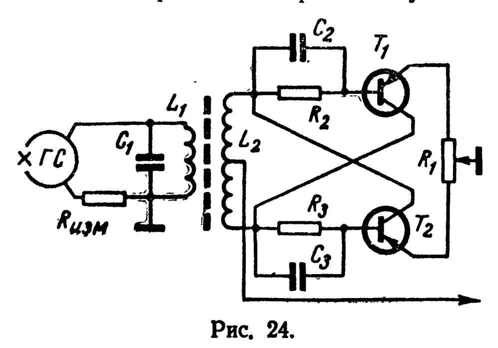


Рис. 24.

В рассматриваемых схемах стирающая головка подключается к отдельной обмотке катушки генератора через конденсатор C_2. Емкость этого конденсатора и индуктивность обмотки головки образуют последовательный резонансный контур. Этот контур настраивают в резонанс с частотой генератора путем подбора емкости конденсатора C_2. Момент резонанса определяется по максимуму тока в головке.

Приводимые в литературе моточные данные катушек генераторов соответствуют определенным стирающим и записывающим (универсальным) головкам. Применение других головок, отличающихся по параметрам от рекомендованных, приводит к необходимости изменения числа витков катушки генератора. Во всех случаях целесообразно изготовлять эти катушки с отводами для подбора наилучшего согласования. Поскольку мощность, потребляемая головкой стирания, в несколько раз превышает мощность, потребляемую цепями подмагничивания, согласование генератора с головкой стирания является наиболее важным.

При налаживании генераторов, собранных на электронных лампах, получение необходимого тока стирания обычно не вызывает трудностей. Сложнее обеспечить необходимый ток стирания при налаживании транзисторных генераторов, особенно при использовании маломощных транзисторов. Мощность, отдаваемая транзисторными генераторами, зависит от выбора рабочей точки транзисторов. В схеме генератора, приведенной на рис. 24, можно в широких пределах изменять выходную мощность генератора, изменяя сопротивления резисторов R_2 и R_3. Максимальная мощность, которую

может обеспечить транзисторный генератор, ограничивается предельной мощностью рассеяния на коллекторных переходах транзисторов. Для повышения допустимой мощности рассеяния целесообразно устанавливать транзисторы на радиаторах.

Для увеличения мощности и повышения экономичности генераторов необходимо применять транзисторы с высокими граничными частотами. В портативных магнитофонах хорошие результаты дает применение транзисторов типа ГТ403.

Если вышеперечисленные меры не позволяют получить требуемый ток стирания, необходимо уменьшить частоту генератора стирания и подмагничивания.

Мощность, потребляемая цепями подмагничивания, невелика. Однако в ряде случаев возникают трудности с обеспечением необходимого тока подмагничивания. Они чаще всего вызываются несоответствием параметров записывающей головки и выходных цепей генератора. Иногда радиолюбители применяют в транзисторных схемах высокоомные универсальные головки от ламповых промышленных магнитофонов. Такие головки из-за большой индуктивности требуют больших напряжений для обеспечения необходимых токов подмагничивания. Так, например, для создания необходимого тока подмагничивания в универсальной головке от магнитофона «Мелодия МГ-56» при частоте генератора стирания и подмагничивания 60 *кгц* требуется приложить напряжение около 270 *в*. Обеспечить такое напряжение в транзисторных схемах затруднительно.

В промышленных и любительских магнитофонах обычно предусматривают возможность регулировки тока подмагничивания в некоторых пределах. Необходимость в такой регулировке возникает как в процессе первоначального налаживания магнитофона, так и в дальнейшем по мере износа головки записи, при смене типа ленты и пр. На практике применяют два способа подачи тока подмагничивания в головку записи: параллельный (рис. 25,*а*) и последовательный (рис. 25,*б*). В схеме, приведенной на рис. 25,*а*, регу-

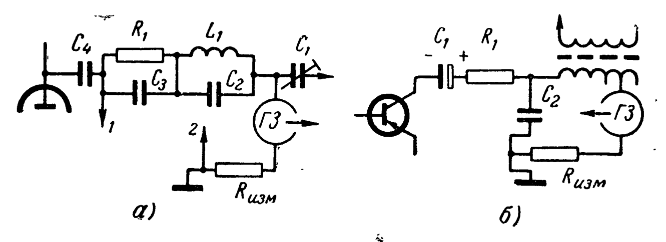


Рис. 25.

лировка тока подмагничивания производится изменением емкости подстроечного конденсатора C_1, а в схеме рис. 25,*б* — переключением отводов катушки. Последовательная схема подачи тока подмагничивания более проста и требует меньшей мощности генератора стирания и подмагничивания, поэтому она наиболее распространена в портативных магнитофонах. Недостатком ее является скачкообразная регулировка тока подмагничивания, что приводит к необходимости иметь большое число отводов катушки для точного подбора тока. Схема, приведенная на рис. 25,*а*, обеспечивает плавную регулировку тока подмагничивания, но требует подачи повышенного напряжения высокой частоты.

Оптимальный ток подмагничивания, при котором чувствительность магнитной ленты максимальна, неодинаков для различных типов магнитных лент. Наиболее часто применяются отечественные ленты типов 2, 6, 9 и 10, а также ленты типов CH и CR производства ГДР. Оптимальный ток подмагничивания для лент типов 2 и CH на 10% выше, чем для лент типов 6, 9, 10 и CR. При таком небольшом различии обычно нецелесообразно устанавливать переключатель для изменения тока подмагничивания при смене типа ленты. Подробнее вопросы установки необходимой величины тока подмагничивания рассматриваются в следующей главе. При налаживании генератора стирания и подмагничивания необходимо проверить возможность получения указанного в паспорте головки тока подмагничивания в пределах ±30% от номинального.

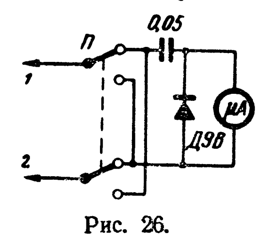


Рис. 26.

Измерение тока подмагничивания производят путем измерения падения напряжения на измерительном резисторе $R_{изм}$, включенном последовательно с записывающей головкой. Сопротивление этого резистора для низкоомных головок выбирают равным 10—50 *ом*, а для высокоомных — 100—500 *ом*. При измерении выходные цепи усилителя записи должны быть подключены к головке записи. Если в магнитофоне применена параллельная схема подачи тока подмагничивания, то первоначально настраивают на частоту тока подмагничивания фильтр-пробку (контур L_1C_2, рис. 25,*а*). Настройку фильтра удобнее всего производить по минимуму показаний милливольтметра, подключенного к точкам *1* и *2*.

При налаживании генератора стирания и подмагничивания особое внимание следует обратить на подбор режима работы генератора с целью обеспечения симметричности формы генерируемых колебаний. Нарушение симметричности формы тока стирания и подмагничивания приводит к появлению постоянной остаточной намагниченности магнитной ленты, что вызывает значительные шумы на выходе усилителя воспроизведения. Нарушение симметричности только на 1% приводит к увеличению шума на 4 *дб*.

Двухтактные генераторы стирания и подмагничивания обеспечивают значительно лучшую симметричность формы генерируемых колебаний, чем однотактные, вследствие компенсации четных гармоник.

В любительских условиях проверка симметричности формы тока стирания и подмагничивания представляет некоторые трудности. Наличие значительной асимметрии, превышающей 3—5%, определяется визуально по изображению на экране осциллографа. Более точно можно произвести оценку симметричности формы тока с помощью прибора, схема которого приведена на рис. 26.

Выводы *1* и *2* прибора подсоединяют к измерительному резистору, включенному в цепь головки стирания. Если форма тока, протекающего через резистор, симметрична, то при изменении положения переключателя *П* показания стрелочного прибора остаются одинаковыми. В противном случае необходимо принимать специальные меры для улучшения формы тока.

В описанном приборе в качестве стрелочного индикатора применяют микроамперметр с током полного отклонения стрелки не более 150 *мка* или авометр, включенный на соответствующий пре-

дел измерения. Сопротивление измерительного резистора должно быть таким, чтобы падение напряжения на нем составляло около 300—400 *мв*.

В двухтактных генераторах часто предусматривают регуляторы симметрии. В схемах на рис. 23 и 24 такими регуляторами являются переменные резисторы R_1. Одновременно эти резисторы служат для создания отрицательной обратной связи, что также приводит к улучшению формы генерируемого напряжения. Если параметры деталей в обоих плечах генератора подобраны одинаковыми, то необходимость в симметрирующем резисторе отпадает и он может быть исключен из схемы.

В однотактных генераторах для улучшения симметрии формы тока можно рекомендовать тщательный подбор режима работы генератора. В схеме, приведенной на рис. 22, режим работы генератора зависит от емкости конденсатора C_3 и сопротивления резистора R_1. Наиболее эффективным способом является введение отрицательной обратной связи посредством включения в цепь катода или эмиттера резистора R_2. Чем больше сопротивление этого резистора, тем в большей степени форма генерируемого напряжения приближается к синусоидальной. Мощность, отдаваемая генератором, при этом уменьшается. Чрезмерное увеличение сопротивления резистора R_2 может привести к срыву генерации.

Генераторы стирания и подмагничивания в магнитофонах, питаемых от сети переменного тока, часто могут служить причиной появления фона, прослушиваемого на выходе канала воспроизведения. Это происходит в том случае, когда питание генератора производится плохо отфильтрованным напряжением. Плохая фильтрация приводит к амплитудной модуляции тока подмагничивания в записывающей головке и, следовательно, к амплитудной модуляции остаточного магнитного потока в магнитной ленте. Поэтому при налаживании этого генератора необходимо убедиться в отсутствии амплитудной модуляции напряжения высокой частоты генератора.

НАЛАЖИВАНИЕ КАНАЛА ЗАПИСИ

Канал записи состоит из усилителя записи и записывающей головки. Если в магнитофоне отсутствуют раздельные усилители записи и воспроизведения, то канал записи включает в себя универсальный усилитель, работающий в режиме записи, и универсальную головку, подключенную к выходу усилителя.

Усилитель записи (или универсальный усилитель, работающий в режиме записи) предназначен для создания необходимого тока сигнала в записывающей головке. Усилитель записи отличается от обычных усилителей низкой частоты тем, что выходной каскад работает на индуктивную нагрузку и для компенсации потерь в магнитной ленте на высоких частотах имеет соответствующий подъем амплитудно-частотной характеристики.

Кроме того, в цепи записывающей головки осуществляется смешивание токов записи и подмагничивания.

Для налаживания канала записи необходимо иметь звуковой генератор и милливольтметр переменного тока.

Измерение тока записи обычно производят путем измерения падения напряжения на измерительном резисторе, включенном последовательно с головкой записи.

Первый этап налаживания усилителя записи состоит в проверке и подгонке режимов работы отдельных каскадов. Эта проверка

принципиально не отличается от проверки режимов отдельных каскадов в канале воспроизведения.

Если усилитель записи предназначен для работы от микрофона, то коэффициент усиления его должен быть достаточно большим. В этом случае возможно возникновение самовозбуждения, а также появление повышенного уровня фона и шума. Для устранения этих нежелательных эффектов применяют те же рекомендации, что и для усилителя воспроизведения.

Амплитуда сигнала на аноде выходного каскада усилителя записи при применении высокоомной записывающей или универсальной головок может достигать большой величины; при этом возникает опасность появления нелинейных искажений. Поэтому режим работы выходного каскада должен быть тщательно подобран.

При применении записывающих (универсальных) головок промышленного изготовления максимальный ток записываемого сигнала обычно известен. Подавая на вход усилителя сигнал с частотой 1 000 *гц,* проверяют возможность получения требуемого тока записи в обмотке записывающей головки. Если в наличии имеется достаточно чувствительный осциллограф, то его целесообразно также подключить к измерительному резистору и проверить форму тока, проходящего через головку.

Обычно в любительских магнитофонах предусматриваются раздельные входы для записи с микрофона, звукоснимателя и трансляционной линии. При налаживании усилителя следует проверить,

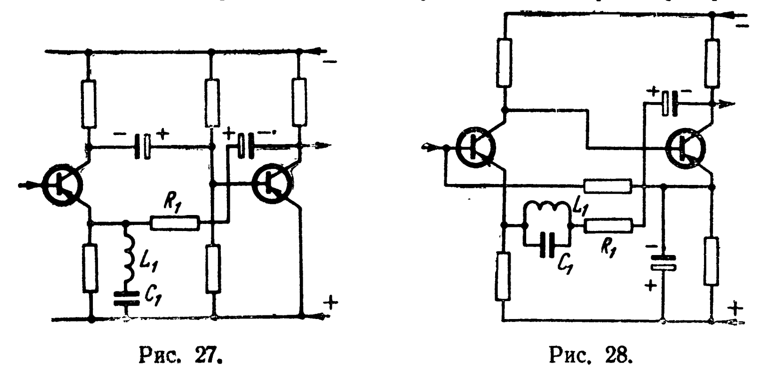


Рис. 27. Рис. 28.

обеспечивается ли максимальный ток записи при подаче на различные входы номинальных уровней сигнала. Для этого на микрофонный вход подают напряжение 3 *мв,* на вход звукоснимателя — 200 *мв* и на вход трансляционной линии — 10 *в*. Если при этом максимальный ток записи обеспечивается при среднем положении регулятора усиления (регулятора уровня записи), то коэффициент усиления канала записи соответствует необходимому.

В том случае, когда максимальное значение тока записи не достигается даже в крайнем положении регулятора усиления, в усилителе записи имеются неисправности. Для отыскания неисправностей следует проверить цепи межкаскадных связей, электролитические конденсаторы, блокирующие резисторы автоматического смещения в ламповых схемах или резисторы в цепях эмиттеров транзисторов. В некоторых случаях неисправность можно

найти путем покаскадной проверки усилителя. При этом надо помнить, что коэффициент усиления каскада при применении обратной связи в цепях частотной коррекции уменьшается.

Обычно в усилителях записи частотная коррекция осуществляется за счет применения частотнозависимой отрицательной обратной связи. Две наиболее распространенные схемы обратной связи приведены на рис. 27 и 28, а соответствующее влияние изменения параметров цепей обратной связи на форму амплитудно-частотной характеристики усилителя записи — на рис. 29.

Иногда даже значительное изменение параметров цепей частотной коррекции не приводит к получению необходимой частотной характеристики усилителя. Обычно это вызывается неправильным выбором параметров RC-цепи, через которую подается записывающий сигнал на головку. Параметры этой цепи зависят от индуктивности применяемой головки. Если в магнитофоне применена головка с индуктивностью, отличающейся от индуктивности рекомендованной головки, то параметры RC-цепи должны быть изменены так, чтобы полное сопротивление всей выходной цепи слабо зависело от частоты в пределах рабочей полосы пропускания.

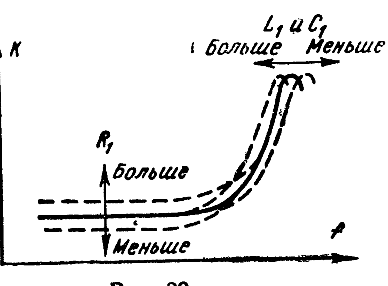


Рис. 29.

Измерение частотных характеристик усилителя записи многоскоростного магнитофона производят при каждом положении переключателя скорости, так как обычно при этом производится переключение цепей коррекции.

Примерные амплитудно-частотные характеристики усилителей записи при различных скоростях движения ленты и применении современных малогабаритных записывающих головок и ленты типов 6, 9 или 10 приведены на рис. 30.

Окончательную регулировку формы частотной характеристики усилителя записи производят после установки требуемого тока подмагничивания по результатам измерения частотной характеристики сквозного канала магнитофона.

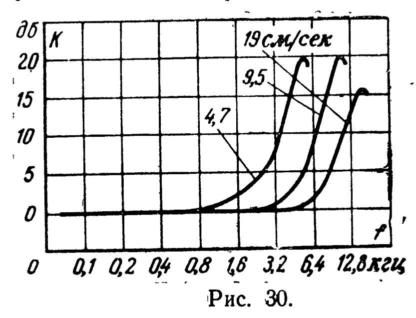


Рис. 30.

Перед установкой требуемого тока подмагничивания проверяют, не проникает ли напряжение высокой частоты в каскады усилителя записи. Для этого, не подавая сигнал на вход усилителя, измеряют высокочастотное напряжение на электродах ламп или транзисторов усилителя записи. Это напряжение должно быть в несколько раз меньше напряжения записываемого сигнала при подаче на вход усилителя записи сигнала номинального уровня. Повышенный уровень высокочастотного напряжения может вызвать измене-

ние режимов работы усилительных каскадов и привести к возникновению нелинейных искажений.

Проникание напряжения высокой частоты в каскады усилителя записи может происходить из-за неточной настройки фильтра-пробки L_1C_2 (рис. 25,*а*) или из-за наводки высокочастотного напряжения на входные цепи усилителя. Рекомендуется проверить также качество экранировки соединительных цепей, лампы и контура генератора стирания и подмагничивания.

Очень важное значение для получения высоких качественных показателей магнитофона имеет правильный подбор величины тока подмагничивания.

Установить оптимальный ток подмагничивания наиболее просто в магнитофоне с раздельными усилителями записи и воспроизведения. При записи сигнала с частотой 1 000 *гц* изменяют ток подмагничивания и находят такое его значение, при котором достигается максимальное напряжение сигнала на выходе каскада воспроизведения.

Если в магнитофоне имеется универсальный усилитель, оптимальное подмагничивание определяется в результате ряда проб. При неизменном напряжении сигнала на входе усилителя производят ряд записей при разных токах подмагничивания. После перемотки ленты магнитофон включают в режим воспроизведения. Измеряя напряжение сигнала на выходе универсального усилителя, находят запись с наибольшим уровнем. Ток подмагничивания, соответствующий этой записи, является оптимальным.

При определении оптимального тока подмагничивания ток сигнала в обмотке головки записи должен быть в 3—4 раза меньше тока, соответствующего максимальному уровню записи.

Если ширина рабочего зазора записывающей (универсальной) головки достаточно мала, то зависимость выходного напряжения от тока подмагничивания не имеет ярко выраженного максимума. Оптимальный ток подмагничивания соответствует примерно середине участка максимального выходного напряжения.

В многоскоростном любительском магнитофоне желательно предусмотреть отдельный регулятор тока подмагничивания для каждой скорости движения магнитной ленты. Если имеется лишь один общий регулятор, то оптимальное подмагничивание выбирают на высшей скорости движения магнитной ленты.

Определение оптимального тока подмагничивания проводят для того типа магнитной ленты, который предполагается использовать в магнитофоне при его эксплуатации.

Максимальный уровень записи проще всего определить с помощью части «У» измерительной магнитной ленты. При воспроизведении этой ленты измеряют напряжение сигнала на выходе канала воспроизведения. Далее, зарядив в магнитофон свободную от записи ленту, записывают сигнал с частотой 400 *гц* и отмечают уровень записи, при котором напряжение сигнала на выходе канала воспроизведения равно напряжению, полученному при воспроизведении части «У» измерительной ленты. Этот уровень записи и будет максимальным.

Если в магнитофоне имеется универсальный усилитель, то максимальный уровень записи определяется в результате ряда проб. На ленту делают ряд записей с различным уровнем и после перемотки запись воспроизводят. Измеряя напряжение на выходе воспроизведения, находят запись с уровнем, равным уровню записи на измерительной ленте.

При отсутствии измерительной ленты можно воспользоваться записью сигнала с частотой 400 *гц*, сделанной с максимальным уровнем на магнитофоне промышленного производства, имеющем такую же скорость движения ленты.

Определив максимальный ток записи, переходят к налаживанию индикатора уровня.

В ламповых любительских магнитофонах чаще всего применяют электронно-оптические индикаторы уровня, а в транзисторных — стрелочные (магнитоэлектрической системы). В схему индикатора уровня обычно входит регулятор чувствительности, который позволяет установить соответствие между током сигнала в записывающей головке и показаниями индикатора.

В большинстве схем любительских магнитофонов индикатор подключается к выходному каскаду усилителя записи. Для регулировки чувствительности индикатора на вход усилителя записи подается сигнал с частотой 400 *гц* и уровнем, соответствующим максимальному току сигнала в записывающей головке. Генератор высокой частоты при этом отключают. Теневой сектор электронно-оптического индикатора должен быть полностью закрыт, а стрелка магнитоэлектрического прибора должна отклониться до отметки шкалы, соответствующей максимальному уровню записи. В случае необходимости поворотом регулятора чувствительности индикатора добиваются получения требуемых показаний.

Далее проверяют работу индикатора при быстром подключении напряжения сигнала на вход усилителя записи и при быстром его снятии. Показания индикатора должны достигать номинального значения за время, не превышающее 0,2 *сек*. При снятии сигнала показания индикатора должны уменьшаться до нуля за 1,5—2 *сек*. При таких постоянных времени индикатора уровня записи обеспечивается достаточная точность определения текущего уровня записываемого сигнала.

Иногда при отсутствии сигнала на входе усилителя записи индикатор не показывает нулевого уровня. Это объясняется проникновением высокочастотного напряжения на вход индикатора уровня с генератора стирания и подмагничивания. Обычно при подключении индикатора к выходному каскаду усилителя записи предусматривают специальные меры для устранения проникновения этого высокочастотного напряжения, например, включают фильтр-пробку или Т-образный фильтр. Если проникновение имеет место, то нужно тщательно подстроить заграждающий фильтр на частоту генератора стирания и подмагничивания.

В магнитофонах с раздельными усилителями записи и воспроизведения индикатор уровня иногда подключают к выходу канала воспроизведения. В этом случае регулировку чувствительности индикатора можно произвести при воспроизведении части «У» магнитной измерительной ленты.

Окончательную проверку магнитофона производят при совместном испытании всех блоков магнитофона. При раздельных усилителях записи и воспроизведения магнитофон включают в режим записи, на вход усилителя записи подают напряжение от звукового генератора с частотой 400 *гц*, уровень записи устанавливают максимальным и прослушивают этот сигнал на выходе усилителя воспроизведения. Повышенное прохождение этого сигнала при отсутствии магнитной ленты может объясняться неудачным взаимным расположением и недостаточной экранировкой усилителей записи и

воспроизведения, а также расположением записывающей и воспроизводящей головок.

Воздействие высокочастотного генератора на канал воспроизведения обнаруживают с помощью милливольтметра или осциллографа. Чаще всего такое воздействие вызывается наводкой поля стирающей головки на головку воспроизведения. Поэтому стирающая головка должна быть помещена в медный экран. Провода, ведущие от генератора высокой частоты к головке стирания, также должны быть экранированы.

Если принятые меры не обеспечивают получения достаточно малого воздействия, то целесообразно в катодную или эмиттерную цепь первого каскада включить режекторный контур, настроенный на частоту генератора стирания и подмагничивания. Допустимым воздействием можно считать такое, при котором напряжение высокой частоты на электродах ламп или транзисторов в канале воспроизведения в 10 раз меньше, чем при максимальном уровне сигнала.

Если в магнитофоне применены универсальный усилитель и универсальная головка, то часто приходится устранять самовозбуждение, возникающее вследствие взаимных наводок коммутационных цепей. Поскольку универсальная головка подключается в зависимости от режима работы магнитофона к выходу или входу универсального усилителя, а коммутация осуществляется одним переключателем, то входные и выходные цепи усилителя оказываются расположенными в непосредственной близости друг от друга. Так как коэффициент усиления универсального усилителя весьма высок, то даже незначительная связь между входными и выходными цепями усилителя приводит к самовозбуждению. Для устранения самовозбуждения приходится значительно усложнять схемы коммутации.

Очень часто для коммутации применяются галетные переключатели. При монтаже следует продумать, какие контактные группы можно расположить на одной плате, а какие следует разнести на отдельные. Устранению самовозбуждения иногда способствует установка экранов между соседними платами.

Перед проведением проверки магнитофона с магнитной лентой следует размагнитить стальные детали и сердечники головок с помощью специального дросселя.

Сначала производят запись с частотой 400 *гц* и максимальным уровнем. При воспроизведении этой записи надо определить уровень выходного сигнала, форму выходного напряжения, наличие или отсутствие детонации и паразитной амплитудной модуляции. Далее, подавая на вход магнитофона сигналы разных частот с уровнем, не превышающим 1/10 от максимального уровня, снимают сквозную амплитудно-частотную характеристику магнитофона. При необходимости неравномерность сквозной характеристики магнитофона может быть уменьшена путем соответствующей регулировки цепей коррекции усилителя записи. Затем производят стирание участка магнитной ленты и оценивают качество стирания, уровень фона и шума на выходе магнитофона. Если при проверке оказывается, что какие-либо параметры магнитофона отличаются от требуемых, то повторно проверяют отдельные блоки и узлы магнитофона, правильность прилегания ленты к головкам и установки рабочих зазоров головок.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Данные магнитных головок бытовых магнитофонов

Тип магнитофона	Назначение	Конструктивные данные: Высота набора сердечника, *мм*	Конструктивные данные: Ширина рабочего зазора, *мкм*	Конструктивные данные: Ширина дополнительного зазора, *мм*	Данные обмоток: Число витков	Данные обмоток: Диаметр провода, *мм*	Данные обмоток: Индуктивность, *мгн*	Данные обмоток: Сопротивление постоянному току, *ом*	Режим работы: Э.д.с. в режиме воспроизведения[1], *вт*	Режим работы: Ток записи, *ма*	Режим работы: Ток подмагничивания[2], *ма*	Режим работы: Ток стирания[2], *ма*
„Айдас"	ГУ	2,5	5	—	2×1 200	0,05	1 000	340	—	—	—	—
	ГС	3,0	180	—	2×75+1 500	0,16	5	—	—	—	—	—
„Айдас 9М"	ГУ	2,5	3	—	2×1 200	0,05	900	—	—	—	—	—
	ГС	3,0	150	—	20+130+150	0,16	6	—	—	—	—	—
„Астра", „Астра 2"	ГУ	2,5	5	—	3 500+500	0,05	4 000	600	2,3	0,5	6,0	—
	ГС	3,0	200	—	420	0,18	8	3,5	—	—	—	40
„Астра 4"	ГУ	2,5	4	—	2 500	0,05	900	—	—	—	—	—
	ГС	3,0	100	—	420	0,18	6	—	—	—	—	—
„Весна"	ГУ	2,5	3,5	—	1 300	0,06	200	210	—	—	—	—
	ГС	3,0	50	—	160	0,1	1,5	5	—	—	—	—
„Днепр 3", „Днепр 5"	ГУ	7,0	12	0,15	2×1 500	0,1	900	180	3,5	0,1	1,1	—
	ГС	7,0	200	—	2×75	0,41	2	0,5	—	—	—	75
„Днепр 8"	ГУ[3]	7,0	10	—	2×300	0,23	120	8	—	0,6	2,0	—
„Днепр 9", „Днепр 10"	ГУ	2,5	8	0,1	2×1 500	0,1	900	180	1,3	0,05	0,5	—
	ГС	3,0	100	—	2×100	0,27	10	1,6	—	—	—	100
„Днепр 11"	ГУ	2,5	8	—	2×1 500	0,1	1 000	180	—	0,1	1,0	—
	ГС	3,0	100	—	2×100	0,31	10	1,5	—	—	—	100
„Днепр 12Н"	ГУ	2,5	5	0,03	2 600	0,05	650	—	—	0,13	0,25	—
	ГС	3,0	100	—	100	0,31	0,6	—	—	—	—	120

„Комета МГ-201“	ГУ	2,5	8	—	2 200	0,05	900	500	—	—	—	—
	ГС	3,0	200	—	370	0,12	7	10	—	—	—	—
„Мелодия“	ГУ	2,5	8	0,15	2 550	0,05	900	540	1,3	0,17	0,8	—
	ГС	3,0	100	—	400	0,15	7	11	—	—	—	45
МАГ-8-ПМ	ГВ	7,0	10	—	2×1 000	0,08	1 000	150	—	—	—	—
	ГЗ	7,0	10	0,3	2×750	0,08	340	120	—	1,5	20	—
	ГС	7,0	150	—	2×150	0,25	2	3	—	—	—	60
МАГ-59	ГВ	2,4	8	—	2 100	0,05	775	750	—	—	—	—
	ГЗ	2,8	8	0,1	300	0,12	9	15	—	2,5	11	—
	ГС	3,0	150	—	150	0,12	1,5	7	—	—	—	65
„Мрия“	ГУ	2,5	—	—	2×350	0,06	85	50	—	0,15	1,5	—
	ГС	3,0	—	—	2×100	0,1	1,5	5	—	—	—	40
„Нота МП-64“	ГУ	2,5	8	—	2 860	0,05	900	500	—	0,13	0,5	—
	ГС	3,0	200	—	400	0,15	7	20	—	—	—	45
„Орбита-1“	ГУ	2,5	5	—	2×300	0,05	75	—	—	0,28	2,0	—
	ГС	3,0	20 и 200[4]	—	63	0,27	0,5	—	—	—	—	—
„Романтик“	ГУ	2,5	—	—	2×450	0,1	—	—	—	0,35	0,3	—
	ГС	3,0	—	—	100	0,2	—	—	—	—	—	100
„Репортер-2“	ГВ	7,0	10	—	2 000	0,08	2 000	500	—	—	—	—
	ГЗ	7,0	10	0,1	600	0,1	130	40	—	0,6	2,0	—
„Репортер-3“	ГВ	7,0	10	—	600	0,12	50	12	—	—	—	—
	ГЗ	7,0	10	0,1	150	0,15	4,5	3,5	—	3,5	12,0	—
„Тембр“	ГВ	2,4	8	—	2 100	0,05	775	750	—	—	—	—
	ГЗ	2,8	8	0,1	300	0,12	9	15	—	2,5	11	—
	ГС	3,0	150	—	150	0,12	1,5	7	—	—	—	65
„Харьков-63“	ГУ	2,5	5	—	2 400	0,66	800	350	—	—	0,4	—
	ГС	3,0	200	—	76	0,29	—	—	—	—	—	190
„Чайка-М“	ГУ	2,5	5	—	1 500	0,04	—	—	—	—	0,7	—
	ГС	3,5	200	—	420	0,18	—	—	—	—	—	60
„Чайка-65“	ГУ	2,5	5	—	2 200	0,05	1 000	—	—	—	0,5	—
	ГС	3,0	100	—	380	0,18	9	—	—	—	—	60

Тип магнитофона	Назначение	Конструктивные данные			Данные обмоток				Режим работы			
		Высота набора сердечника, *мм*	Ширина рабочего зазора, *мкм*	Ширина дополнительного зазора, *мм*	Число витков	Диаметр провода, *мм*	Индуктивность, *мгн*	Сопротивление постоянному току, *ом*	Э.д.с. в режиме воспроизведения[1], *вт*	Ток записи, *ма*	Ток подмагничивания[2], *ма*	Ток стирания[2], *ма*
Эльфа 6, 10, 17, 19	ГУ	2,5	10	0,1	2×1 500	0,08	750	220	1,2	0,3	1,3	—
	ГС	3,0	100	—	2×200	0,2	10	5	—	—	—	40
„Яуза"	ГУ	2,5	8	—	2 500	0,05	900	500	0,9	0,2	2,0	—
	ГС	3,0	200	—	450	0,12	7	11	—	—	—	50
„Яуза-5"	ГУ	2,5	8	—	2×2 500	0,05	1 250	1 000	—	0,1	1	—
	ГС	3,0	200	—	300	0,12	4,5	9	—	—	—	30
„Яуза-6"	ГУ	2,5	3	—	3 800	0,04	1 200	850	2,5	0,08	0,8	—
	ГС	3,0	150	—	200	0,15	6,5	4,5	—	—	—	70
„Яуза-10"	ГУ	1,0	5	—	2 500	0,03	—	—	—	—	—	—
	ГС	1,2	200	—	400	0,09	—	—	—	—	—	30
„Яуза-20"	ГУ	2,5	5	—	1 250	0,06	85	—	—	—	—	—
	ГС	3,0	150	—	250	0,15	1,5	—	—	—	—	—

Примечания: 1. Э.д.с. измерена при воспроизведении части „У" измерительной ленты при наивысшей скорости движения ленты.
2. Токи подмагничивания и стирания указаны для той частоты генератора, какая имеет место в данном магнитофоне.
3. В магнитофоне для стирания применен постоянный магнит.
4. Головка имеет два рабочих зазора.

2. Данные электродвигателей переменного тока

Тип электро-двигателя	Напряжение питания, *в*	Потребляемая мощность, *вт*	Скорость вра-щения, *об/мин*	Мощность на валу, *вт*	Пусковой мо-мент, *г·см*	Емкость кон-денсатора, *мкф*	Сопротивление резистора, *ом*	Вес, *кг*
ДВД-1Р	220	118/105	1 500/750	20/10	1 300/800	3	300	7,0
ДВС-010/5-4	220	108	1 500	15	1 000	3	500	6,7
ДВС-010/5-6	220	84	1 000	8	1 000	2,5	500	6,6
ДВС-У1М	110/220	75	1 500	12	1 000	10/2,5	125/500	4,2
ДВС-У1	220	78	1 500	15	1 000	2,5	500	4,2
ДВА-У1	220	85	1 440	30	1 000	2,5	500	4,2
ДВА-У2	220	32	710	7	700	1,25	500	4,2
ДВА-У3	220	90	1 430	30	2 000	2	500	4,2
ДБА-У4	220	37	595	6	1 100	1,25	500	4,2
ДПА-010/5-4	220	100	1 430	13	3 000	2,75	250	5,8
ДПА-У1	220	100	8[illegible]0	13	3 000	2,75	250	4,2
ДПА-У2	220	67	760	8	3 000	1,5	250	3
ДПН-1	220	55	1 300	7	2 100	1,5	250	1,5
ДПН-2	220	55	1 300	7	2 100	1,5	250	1,5
ДПН-3	220	70	1 300	6,4	2 800	1,5	250	2
ДМ-2	180	50/59	960/460	14/6	1 000	3,5	—	3
ДМ-3	220	100	3 000	15	600	3,5	400	4,5
			1 500	8				
			750	4				
ЭДГ-1, ЭДГ-4	220	13	2 800	2	80	0,5	—	0,6
ЭДГ-1М	220	35	2 800	5	120	0,5	—	0,8
ЭДГ-2	110	20	2 800	—	100	3,0	—	0,8
ДАП-1	127/220	20	2 800	1	30	—	—	0,4
ДАГ-1	110/220	14	1 200	2	80	—	—	1,4
КД-2	127	45	1 420	6	530	2,5	500	1,7
КД-3,5	127	27	1 400	6	300	2,5	500	1,0
КД-П	90	25	1 400	2,8	310	2,5	500	1,6
2 АСМ-50	110	10	1 280	0,7	50	4	—	0,7
2 АСМ-100	110	24	1 280	1,3	100	4	—	1,2
2 АСМ-200	110	35	1 180	2,4	200	4	—	1,3
2 АСМ-400	110/220	50	1 120	4,6	400	4	—	1,9
АД-2	127	25	1 480	5,0	500	2,5	500	1,5
АД-5	127	35	1 460	5,2	500	2	500	1,3
ДО-50	110	50	1 430	15	1 000	—	—	6
Д-31	220	36	3 000	4	—	2	—	0,7

3. Данные электродвигателей постоянного тока

Тип электро-двигателя	Напряжение питания, *в*	Потребляемая мощность, *вт*	Скорость вра-щения, *об/мин*	Мощность на валу, *вт*	Пусковой мо-мент, *г·см*	Диаметр кор-пуса, *мм*	Длина корпу-са, *мм*	Вес, *г*
ДКС-8	12—16	0,9	2 000	0,4	19	40	64	250
4ДКС-8	12—16	1,75	2 000	0,8	39	40	65	250
2ДКС-7	5—7,5	0,6	2 000	0,2	19	20×20	48	80
ДКС-16	9—12	1,8	2 000	0,8	35	39	65	270
ДПМ-20	12/6	3,0	4 500	0,7	16	20	38	65
ДПМ-25	12/6	4,2	2 200	1,1	50	25	46	120
ДПМ-30	12	6,0	2 500	2,8	110	30	57	220
ДП-1-13	13	2,5	4 500	0,8	25	20	46	150

ЛИТЕРАТУРА

Корольков В. Г. и Лишин Л. Г., Электрические схемы магнитофонов, «Энергия», Массовая радиобиблиотека, 1967.

Ефимов Е. Г., Магнитные головки, «Энергия», Массовая радиобиблиотека, 1967.

Корольков В. Г., Испытания магнитофонов, «Энергия», Массовая радиобиблиотека, 1965.

Мазо Я. А., Магнитная лента, «Энергия», Массовая радиобиблиотека, 1968.

Козырев А. В., Фабрик М. А., Конструирование любительских магнитофонов, Изд-во ДОСААФ, 1967.

Кругликов Д. А., Лентопротяжные механизмы портативных магнитофонов, «Энергия», Массовая радиобиблиотека, 1968.

Техника магнитной записи. Сборник статей под ред. М. А. Розенблата, Изд-во иностр. лит., 1962.

Цена 16 коп.